

Radiový Konstrukér

ROČNÍK VIII

1972

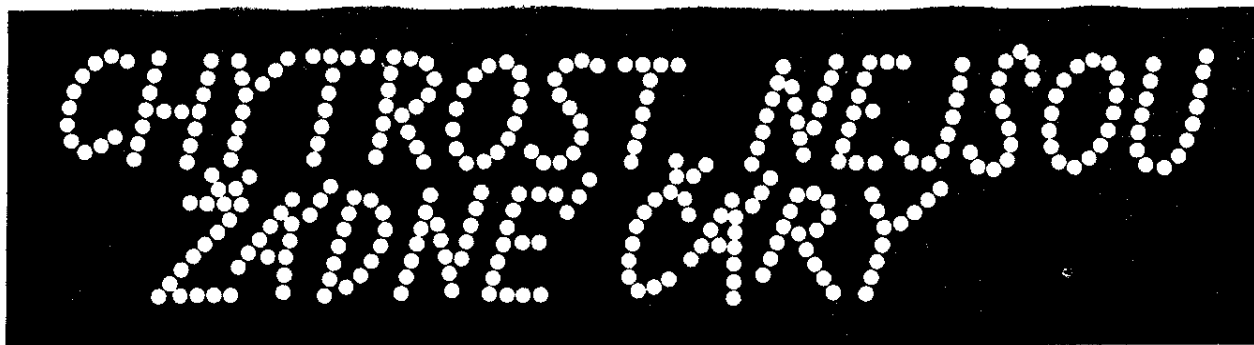
č. 1

Tímto číslem začíná další ročník Radiového konstruktéra. Na rozdíl od několika minulých čísel, která byla přísně monotematická, jsou v tomto čísle popsány konstrukce nejrozmanitějších přístrojů, jichž lze využít v každodenní praxi.

Chytrost skutečně nejsou žádné čáry – o tom nás přesvědčí většina popsaných konstrukcí. I když jde většinou o konstrukce jednoduché a dokonce i velmi jednoduché, je nesporné, že právě takové

většiny amatérů i profesionálů upřena pouze jedním směrem – on ukazuje, že není problémem najít vhodné náměty ke konstrukcím i mimo tento hlavní směr zájmu. (Svého času, a není to dávno, byl například hlavní směr zájmu soustředěn na stabilizované zdroje, jindy zase na elektronické zapalování apod.; nic proti tomu; je však jisté, že je žádoucí mít přehled přes celou oblast elektroniky.)

Navíc lze některé z popisovaných přístrojů použít i pro tzv. malou automa-



nám nejvíce ulehčují a urychlují práci, usnadňují řešení složitějších zařízení a konečně přinášejí i uspokojení z fungujících přístrojů.

Autor shrnul v tomto RK výsledky své několikaleté práce, zkoušení a vymýšlení, úprav různých přístrojů, popisovaných v zahraniční literatuře a své praktické zkušenosti s různými neobvyklými součástkami, které jsou dosud okrajovým zájmem velké většiny radioamatérů. Myslím, že se mu podařilo přesvědčujícím způsobem ukázat, že chytrý a vytrvalý technik může i s méně běžnými součástkami a v méně běžných oblastech elektroniky najít spoustu námětů ke konstrukci přístrojů a zařízení. Jeho práce je inspirující – vždyť všichni víme, že čas od času je obvykle pozornost valné

tizaci ve výrobních závodech a tak podpořit úsilí o co nejproduktivnější výrobu, o používání moderní techniky a o neformální řešení výrobních problémů.

Seznámíme se tedy s fotodiodami, fototyristory, teplotou řízenými odpory a dalšími součástkami, které jsou méně obvyklé, a s obvody, v nichž je možné tyto součástky použít. Nechybí ani několik praktických přístrojů do fotokomory, do výhavy auta atd.

Doufáme, že v novém ročníku uspokojíme jak výběrem témat, tak i popisovanými konstrukcemi co největší počet čtenářů – jste-li a budete-li s časopisem spokojeni, sdělte to jiným – ne-li, napište nám do redakce. Budeme-li moci vašim přáním vyhovět, bude vaše spokojenost naší nejlepší odměnou.

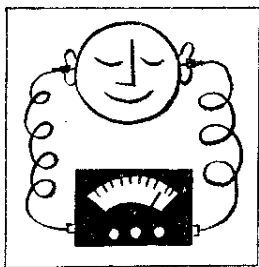
70 OVĚŘENÝCH KONSTRUKCÍ

Dr. Ludvík Kellner

V době mechanických hraček – pro děti i pro dospělé – měly vždycky největší úspěch výrobky, které „něco uměly“: broukaly, kvičely, rachotily, kráčely, jezdily nebo alespoň kouřily. Také dnes, v době tranzistorových zařízení, kdy některé hračky nazýváme tak vznešeně, mají největší úspěch zařízení, která vynikají především silou hlasu – k velké radosti sousedů. Ale elektronika dovede pracovat atraktivně i tišeji. Nemusí dělat velký rámus a výsledky jsou přece vidět; jsou to různé přístroje řízené světlem, které leccos dovedou a dají se využít pro nejrůznější funkce. Také prvek citlivý na teplotu – termistor – dokáže mnoho: spolehlivě např. uhlídat a udržovat teplotu čehokoli a ještě mnohé jiné věci, o nichž bude řeč dále. Kromě zařízení, která reagují na světlo a teplo, budou popsány i některé další zajímavé přístroje a konstrukce, které lze postavit s poměrně nevelkým nákladem a přitom mohou sloužit nejrůznějším způsobem. Použití již závisí jen na důvtipu jejich stvořitele.

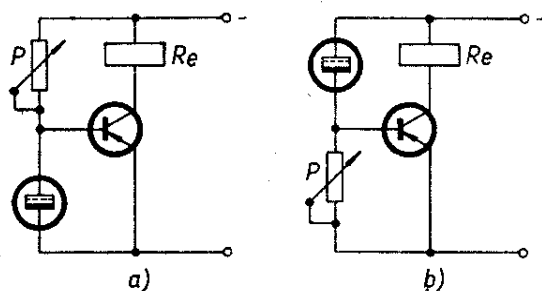
Vybraná zařízení jsou – až na několik výjimek – jednoduchá a poměrně snadno reprodukovatelná. Autor přitom předpokládá, že každý zájemce o tato zařízení má již určité znalosti z elektroniky, není úplným začátečníkem a ví, jak se zapojí tranzistor a zná základní součástky a jejich vlastnosti. Proto také

nezačínám „od Adama“ a nebudu vysvětlovat funkci základních polovodičových součástek. Jen krátce se podíváme na některé méně používané stavební prvky.



Hrátky se světlem

„Světlo je když . . .“ – zní klasické říkání, které vysvětluje elektromagnetickou podstatu světelného záření. Nás bude zajímat jen to, že ne všechny materiály, které jsou citlivé na světlo, vnímají toto záření stejně. Za normál bereme obvykle náš zrak, který je nejvíce citlivý na modré záření. Světlocitlivé prvky, které mají germaniový, křemíkový nebo céziový základ (fotodiody, fototyristory, fototranzistory, vakuové nebo plynem plněné fotonky apod.) mají maximální citlivost obvykle v oblasti neviditelného infračerveného záření, které je vlastně zářením tepelným. Pochopitelně však reagují i na viditelné světlo. Při různých konstrukcích musíme mít ovšem na zřeteli, že tepelné záření dopadající na zařízení může vyvolat „falešný“ signál. Fotoodpor na bázi CdS (kadmiumsulfid) má podobnou citlivost jako lidské oko a proto se velmi výhodně dá použít všude tam, kde vyžadujeme, aby reakce zařízení byla shodná s reakcí našeho oka. Takovým přístrojem je například expoziometr pro fotografování, především pro práci s barevným materiálem. Selenový článek má podobné dobré vlastnosti pokud jde o spektrální citlivost, má však jiné „elektronické nectnosti“, proto pro fotografické účely postupně ztrácí význam. Musíme mít na zřeteli i to, že vlastnosti germaniových fotodiod a fototranzistorů jsou velmi značně závislé na teplotě; proto raději používáme součástky křemíkové. Fotoodpor tyto nevýhodné vlastnosti sice nemá, je však zase „líný“, tj. nemůže sledovat velmi rychlé změny osvětlení. Zvláště při velmi slabém osvětlení potrvá několik vteřin, než se jeho odpor ustálí.



Obr. 1 Zapojení tranzistoru s fotoelektrickými prvky, citlivými na světlo

Všechny tyto vlastnosti musíme brát v úvahu při stavbě zařízení, aby přístroje pracovaly tak, jak od nich žádáme.

Na obr. 1 je schematické zapojení obvodu tranzistoru s prvky citlivými na světlo. Na obr. 1a má tranzistor typu p-n-p v bázi dělič, složený z fotonky a odporu. Při zatemnění fotonky je báze tranzistoru zápornější a tranzistor je otevřen. V kolektorovém obvodu je zatěžovacím odporem relé, jehož kotva je přitažena. Při osvětlení fotonky se dostává na bázi tranzistoru kladnější napětí a tranzistor se uzavírá, takže kotva relé odpadne. Na obr. 1b jsme zaměnili místa potenciometru a fotonky. Nyní je při zatemnění fotonky báze tranzistoru kladná, tranzistor je uzavřen. Dopadne-li na fotonku světlo, báze tranzistoru se stává zápornější, tranzistor se otevírá a cívkou relé protéká proud – relé sepne. Při zmenšení intenzity osvětlení relé opět vypne.

Podobná bude i funkce zapojení s fotoodporem. Dáme-li na místo fotonky fotoodpor, zmenší se při osvětlení jeho odpor a báze tranzistoru bude kladnější nebo zápornější podle toho, je-li fotoodpor horním nebo dolním členem odporového děliče v bázi. Podle toho se uzavírá nebo otevírá tranzistor. To je v podstatě princip všech zapojení. Tranzistory pak mohou pracovat v různých pracovních režimech. Můžeme také přidat další zesilovací stupně, nebo konstruovat zařízení jako klopný obvod. Citlivost zařízení může být různá. Podle úpravy vstupu a počtu zesilovacích stupňů může zařízení reagovat již na velmi slabé světelné změny.

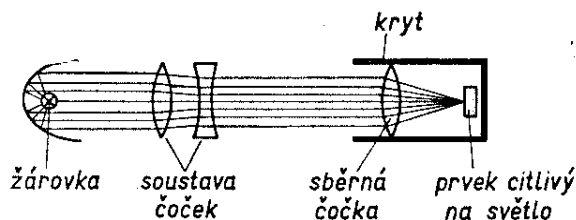
Obvykle od přístroje požadujeme, aby reagoval jen na určitý signál. Proto

bude třeba umístit světlocitlivý prvek v jakémsi krytu, který zabrání dopadu nežádoucích světelných signálů. Ústí krytu zaměříme do směru, odkud signál očekáváme. Čím větší je délka krytu (trubičky), tím lépe chrání světlocitlivý prvek před dopadem nežádoucího signálu. V některých případech bude třeba k dosažení větší účinnosti umístit před světlocitlivý prvek objektiv nebo sběrnou čočku, která by soustředila slabé světlo na citlivou plochu; tím dosáhneme větší citlivosti zařízení. Objektiv nebo čočka mohou být jednoduché, s malou ohniskovou vzdáleností (10 až 20 mm). Světlocitlivý prvek pak umístíme tak, aby jeho citlivá ploška byla přesně v ohnisku. Vysíláme-li sami světelný paprsek, jímž činnost přístroje řídíme, bude výhodné opatřit zdroj světla optickou soustavou (obr. 2).

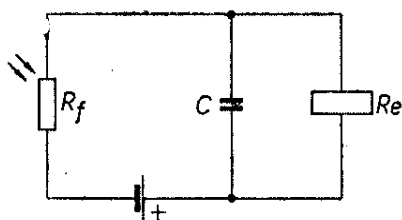
I když na našem trhu jsou k dostání základní druhy světlocitlivých prvků, nemůžeme být spokojeni zvláště s fotoodpory. Tesla Blatná sice vyrábí několik druhů fotoodporů, v prodeji však bývá většinou jen „staronový“ typ, který se používal do televizorů; ostatní najdeme většinou jen v katalogu. Občas se naštěstí vyskytnou výprodejní typy, které se také dají použít.

Z křemíkových fotonek máme jen jediný typ, který přichází v úvahu. Je to typ 1PP75; germaniových typů je více. Z tyristorů máme také jen jeden typ, ale v pěti modifikacích podle dovoleného napětí.

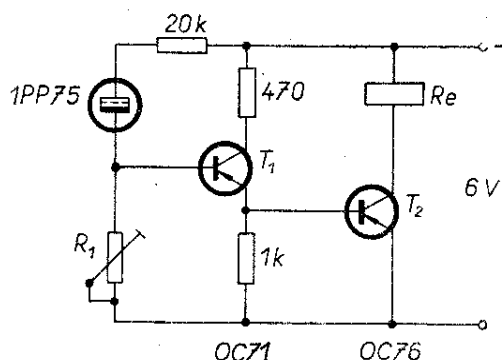
Nejjednodušší zařízení s fotoodporem je na obr. 3. Fotoodpor je zapojen v sérii s baterií a citlivým relé. Není-li fotoodpor dostatečně osvětlen, je jeho odpor velký. Při větším osvětlení se odpor fotoodporu R_f zmenšuje a vinutím cívkou relé začne protékat proud, který stačí k přitažení



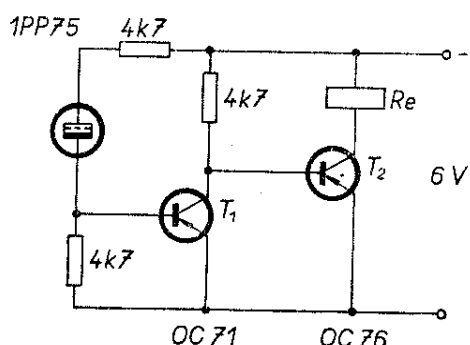
Obr. 2. Optická soustava sloužící k soustředění světelných paprsků na prvek citlivý na světlo



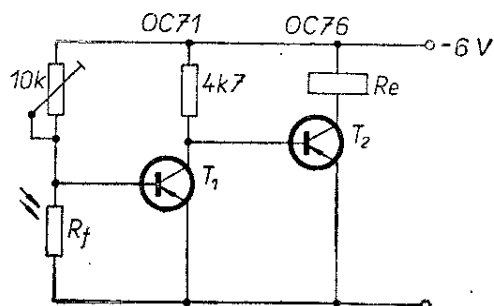
Obr. 3. Nejjednodušší zařízení s fotoodporem



Obr. 4. Tranzistorové zařízení s fotonkou, které spíná při osvětlení



Obr. 5. Tranzistorové zařízení s fotonkou, které rozpíná při osvětlení



Obr. 6. Zapojení s fotoodporem, které při osvětlení spíná

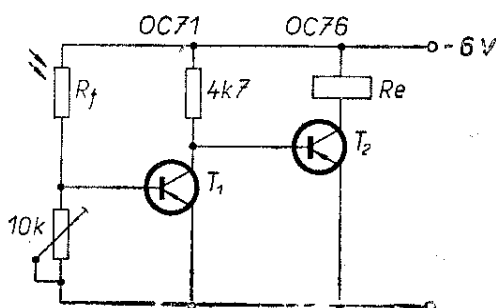
kovy. Jakmile se intenzita osvětlení zmenší, kotva relé opět odpadne. Připojíme-li paralelně k vinutí relé elektrolýtický kondenzátor 100 až 200 μF , bude relé periodicky spínat a rozpínat i při slabém osvětlení podle jeho intenzity. V tomto případě má mít vinutí relé odpor několik set až několik tisíc Ω . Nejvhodnější je polarizované relé.

Na obr. 4 je jednoduché zařízení s fotonkou, které spíná při osvětlení. Osvětlená fotonka propouští do báze T_1 záporné napětí, tranzistor se otevírá a na bázi tranzistoru T_2 se dostává rovněž záporné napětí, které jej otevírá, takže relé v jeho kolektorovém obvodu přitáhne. Trimrem R_1 nastavíme citlivost zařízení. Odpor vinutí relé má být kolem 200 Ω , aby relé spolehlivě přitáhlo při napětí 5 V.

Opačně pracuje zařízení na obr. 5. Při zatemnění fotonky má báze T_1 kladné předpětí a tranzistor je uzavřen. Báze T_2 dostává přes odpor 4,7 k Ω záporné napětí, T_2 je otevřen a kotva relé je přitáhne. Osvětlením fotonky se stav obou tranzistorů změní a kotva relé odpadne.

Chceme-li dosáhnout některým ze zapojení podle obr. 4 nebo 5 sepnutí i rozepnutí kontaktů, musí mít relé spínací i rozpínací nebo několik párů spínacích a rozpínacích kontaktů.

Podobné varianty zapojení jsou možné i s fotoodpory. Na obr. 6 je zapojení, které je při zatemnění fotoodporu v klidu, při osvětlení spíná relé. Funkce přístroje na obr. 7 je opačná; při osvětlení je relé v klidovém stavu, při zatemnění fotoodporu přitáhne. Celá změna spočívá jen v tom, kde v zapojení umístíme fotoodpor.



Obr. 7. Zapojení s fotoodporem, které při osvětlení rozpíná

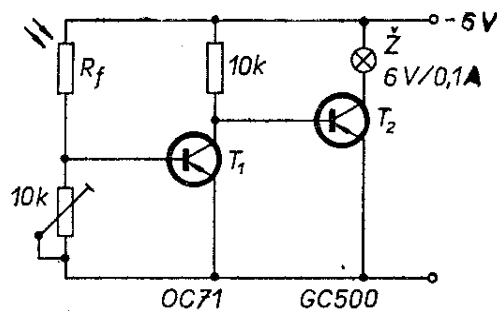
$$4 \cdot \frac{1}{72} R_K$$

Chceme-li dosáhnout jen pouhé signalizace, např. malou žárovkou, použijeme zapojení podle obr. 8. Žárovka svítí při zatemněním fotoodporu. Trimrem $10\text{ k}\Omega$ v bázi T_1 regulujeme okamžik zhasnutí nebo rozsvícení žárovky. Potřebujeme-li světlo větší, musíme zvolit žárovku pro větší příkon (např. $6\text{ V}/1\text{ A}$), v tom případě však musí být T_2 výkonný tranzistor na potřebné zatížení, popřípadě ještě opatřený chladičem. Kromě toho budeme potřebovat i příslušně dimenzovaný zdroj.

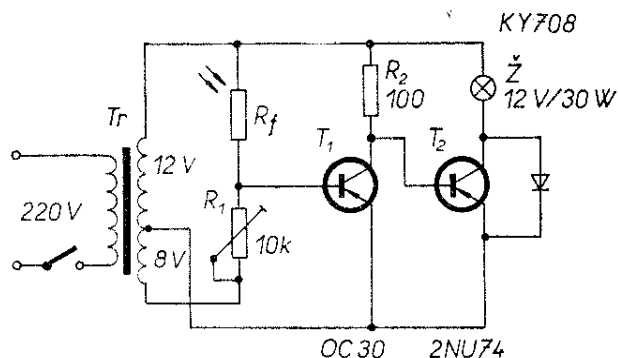
Někdy se stává, že potřebujeme stabilizovat nějaký světelný zdroj, aby měl naprosto konstantní intenzitu. Místo nákladného stabilizátoru můžeme v takovém případě použít zapojení podle obr. 9. Tvoří je v podstatě můstkové zapojení, které se skládá z fotoodporu, trimru R_1 , odporu R_2 a vinutí transformátoru. Světlo žárovky \checkmark dopadá na fotoodpor, který je umístěn v krytu a má podle intenzity svitu žárovky měnící se nebo konstantní odpor. Přes fotoodpor je řízena báze T_1 . Je-li světlo žárovky intenzivnější, odpor fotoodporu se zmenší, zvětší se záporné napětí báze T_1 , ten se otevírá a kladným napětím uzavírá T_2 . Žárovkou protéká menší proud a její jas se zmenší. V tom okamžiku však začne probíhat opačný pochod a tím se udržuje konstantní proud žárovkou. Při změně síťového napětí o 10% se svit žárovky mění jen o 1% . Transformátor má mít sekundární vinutí $12\text{ V}/30\text{ W}$, vinutí na 8 V stačí i pro menší výkon. Tranzistor T_2 bude třeba opatřit chladičem.

Pro spínání větších výkonů slouží zapojení podle obr. 10. Přístroj spíná relé nebo jiný spotřebič odpovídajícího výkonu (6 W) při osvětlení fotodiody. Funkční princip odpovídá již popsaným zapojením. Dioda zapojená paralelně k relé chrání koncový tranzistor před napětovými špičkami při spínání relé, dioda v emitorovém obvodu koncového tranzistoru slouží ke spolehlivějšímu spínání. Přístroj spíná již při proudu $50\text{ }\mu\text{A}$ na vstupu.

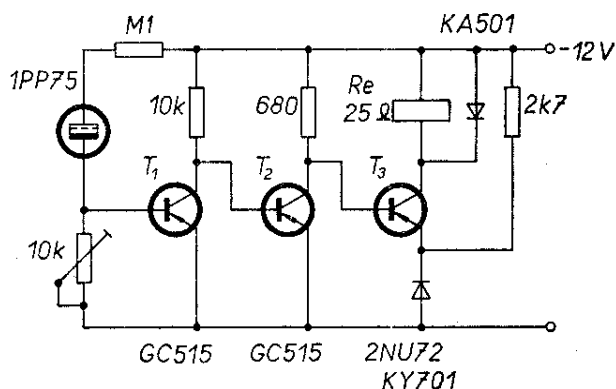
Na obr. 11 je jiná varianta předcházejícího zapojení. Liší se jen tím, že koncový stupeň spíná relé při zmenšení intenzity osvětlení. Lze ji použít i v motorovém



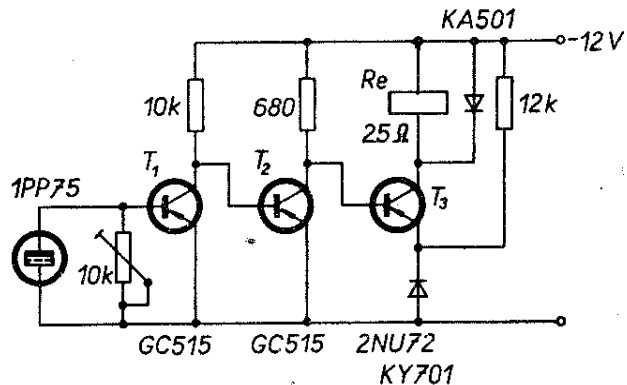
Obr. 8. Zapojení pro signalizaci malou žárovkou



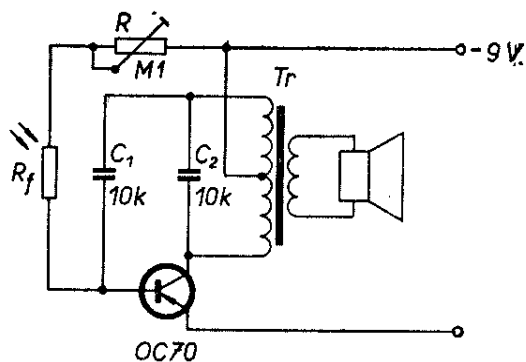
Obr. 9. Zapojení pro stabilizaci intenzity světelného zdroje



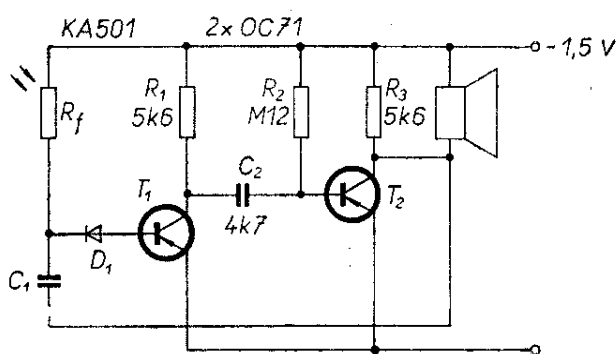
Obr. 10. Zapojení pro spínání větších výkonů



Obr. 11. Jiná varianta zapojení z obr. 10



Obr. 12. Fotoodpor v zapojení pro řízení tónového generátoru



Obr. 13. Jiné zapojení tónového generátoru řízeného fotoodporem

vozidle jako automatický spínač parkovacích světel. Okolní teplota může být až 50 °C, aniž by vadila funkci přístroje.

Fotoodpor můžeme použít i k řízení tónového generátoru. V zapojení podle obr. 12 je v obvodu báze místo regulačního odporu zapojen fotoodpor, který mění svůj odpor v závislosti na osvětlení. Čím intenzivnější bude osvětlení, tím menší bude odpor fotoodporu a tím větší napětí bude na bázi tranzistoru. Tranzistor se tím více otevírá a tím i zesiluje. Tranzistor je zapojen v obvodu oscilá-

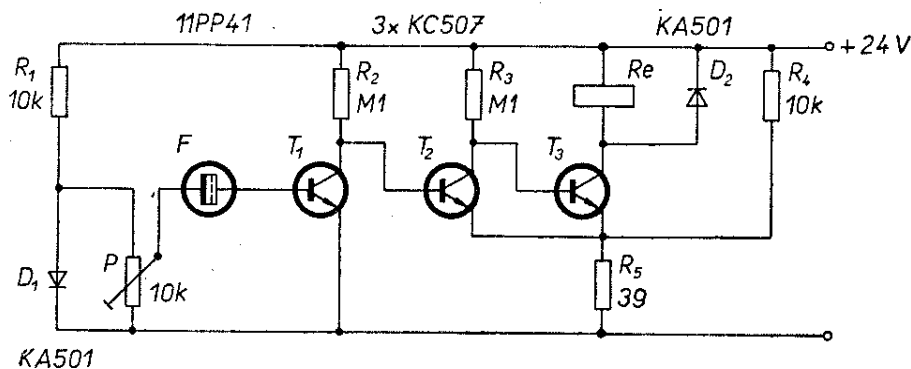
toru, jehož kmitočet řídíme volbou kondenzátorů C_1 a C_2 . Při zateměném fotoodporu tranzistor nekmitá. Transformátor může být libovolný výstupní, navinutý na malém jádru (např. primární vinutí 2×400 z drátu o $\varnothing 0,1$ mm, sekundární 40 až 50 z drátu o $\varnothing 0,2$ mm). Trimrem R můžeme nastavit hladinu osvětlení tak, abychom z reproduktoru slyšeli tón. Tranzistor může být libovolný, i druhé jakosti.

Tónový generátor na obr. 13 pracuje bez transformátoru a s nepatrným napětím. Křemíková dioda v bázi T_1 se otevírá jen při určitém napětí, kdy tón z generátoru již bezpečně nasadí. Kmitočet generátoru řídíme volbou kapacity kondenzátoru C_1 ; kapacita může být od několika set pF do několika μF .

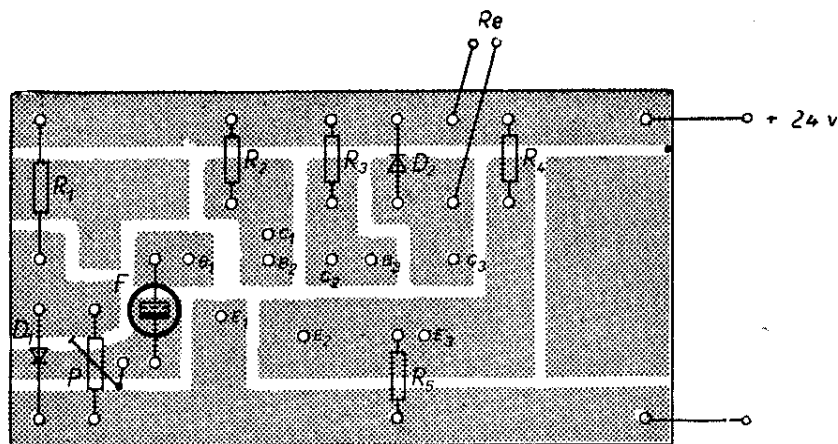
K hlídání různých objektů se velmi dobře osvědčilo zařízení, které pracuje s infračerveným světlem, neviditelným pro lidské oko (obr. 14). Zařízení je umístěno tak, že při vniknutí do střeženého prostoru přeruší nevítaná osoba paprsek infračerveného světla, který dopadá na citlivou plošku germaniové fotonky. Tím se dostane impuls na klopový obvod složený z T_2 a T_3 , obvod překlápí, relé v kolektorovém obvodu T_3 přitáhne a zapojí poplašné zařízení. Dioda D_1 , zapojená paralelně s potenciometrem P , slouží k získání předpětí a současně i k teplotní stabilizaci. S dostatečně silnou žárovkou, která je umístěna v parabolickém reflektoru a zakryta infračerveným filtrem, může zařízení pracovat na vzdálenost až 10 m. Destička s plošnými spoji (Smaragd F03) je na obr. 15.

Zajímavou hračku lze s poměrně malými náklady postavit s fotonkou.

Obr. 14. Poplašné zařízení s fotonkou, které reaguje na infračervené světlo



Obr. 15. Destička s plošnými spoji poplašného zařízení z obr. 14 (Smaragd F03)

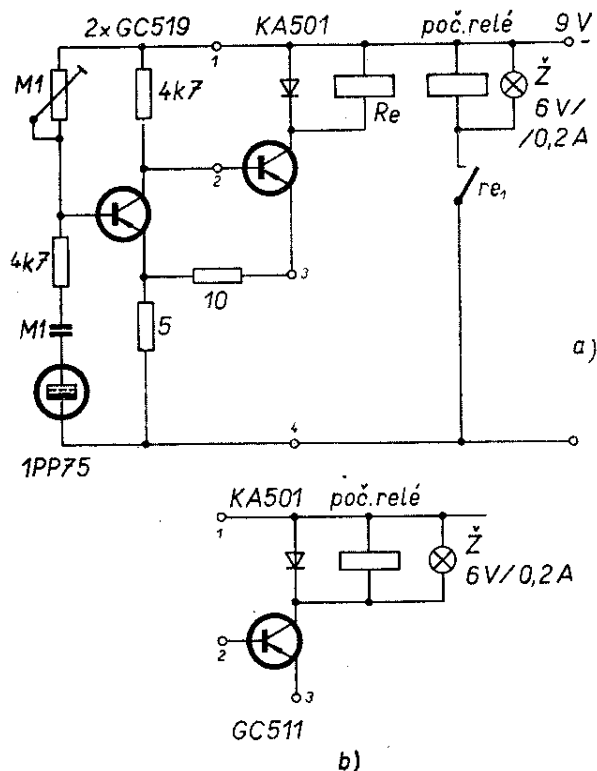


Kdo rád střílí, mívá potíže s pravidelným tréninkem. Ke střelbě, ať již z pistole nebo jiné zbraně, je třeba mít střelnici se všemi potřebnými bezpečnostními zařízeními. Střelbu však lze cvičit i bez střelnice, bez nábojů a dokonce bez výstřelu, přičemž zásah se samočinně ukáže. Toto „kouzlo“ se jmenuje fotoelektrická pistole nebo fotoelektrická puška (obr. 16). Princip zařízení je velmi jednoduchý. Především potřebujeme jakoukoli vyřazenou zbraň. Z této zbraně (pistole, ma-

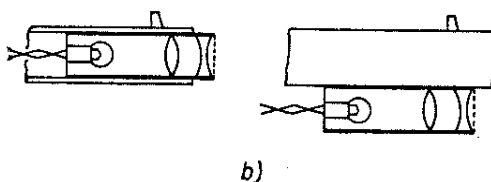
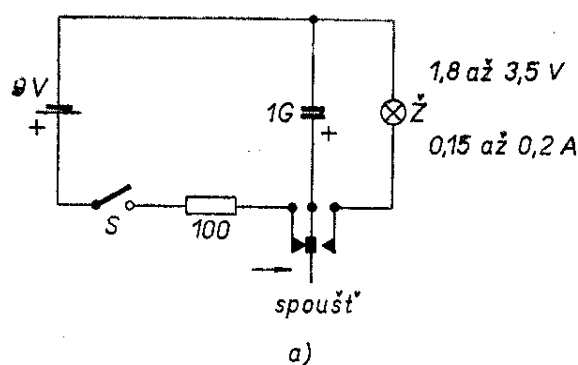
lorážky, samopalu apod.) po úpravě „střílíme“ silným světelným paprskem v trvání zlomku vteřiny. Zbraň míříme do terče, v jehož středu je umístěna fotonka; na ni dopadne paprsek světla při správném zamíření. V tom okamžiku vznikne na fotonce určité napětí, které ovládá činnost tranzistorového obvodu s relé. Relé sepne a uvede do činnosti počítací relé, které počítá zásahy. Aby byl zásah patrný i z dálky, blikne současně se sepnutím počítacího relé malá žárovka. Bylo by možné pomocné relé vynechat a počítací relé se žárovkou zapojit přímo na koncový tranzistor, to však vyžaduje výkonnější tranzistor (obr. 16b). Dosah pušky bude záviset především na použité optice. Pokusný vzorek s poměrně jednoduchou optikou měl dosah 12 až 15 m.

Ke zhotovení pušky nebo pistole můžeme použít i jakoukoli dřevěnou pažbu, výhodnější je však vyřazená zbraň, protože má správný tvar, váhu i odpovídající zaměřovací zařízení. Do vhodného prostoru ve zbrani (popřípadě do nějaké krabičky) umístíme baterie a kondenzátor. Baterie mohou být ploché, kulaté, tužkové, nebo malé knoflíkové akumulátory, raději se však vyhneme destičkové baterii 9 V pro tranzistorové přijímače.

Zmáčknutím spouště „vystřelíme“ světelný impuls (žárovka je umístěna v ústí hlavně nebo pod ním). Elektrické zapojení je na obr. 17a. Baterie je po sepnutí spínače S trvale připojena ke kondenzátoru, na němž je její plné napětí (nejlépe je použit kondenzátor TE 984, 1 000 μF , který je poměrně malý a má dostatečnou



Obr. 16. Schéma zapojení fotoelektrické pistole (a – s pomocným relé, b – bez pomocného relé, s výkonovým tranzistorem)

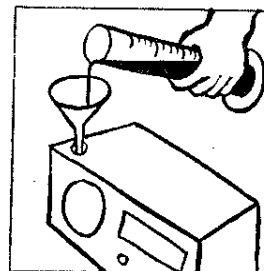


Obr. 17. Obvod spouště fotoelektrické pistole (a) a umístění žárovky a optické soustavy v hlavní nebo pod hlavní fotoelektrické pistole (b)

kapacitu). Zmáčknutím spouště se pružina na obr. 17a posune ve směru šipky, kondenzátor se odpojí od baterie a náboj kondenzátoru se vybije přes žárovku. Žárovka dostane asi čtyřnásobek jmenovitého napětí, ve zlomku vteřiny intenzivně zableskne a zhasne. Kondenzátor se vybije a pokud se spoušť nevrátí do klidové polohy, nic se neděje. Po návratu pružiny spouště do klidové polohy se okamžitě znovu nabije kondenzátor a střelba může pokračovat. Spoušť se opírá o prostřední pružinu svazku, ta se tlakem oddělí od klidového kontaktu a připojí žárovku ke kondenzátoru. Celý svazek pružin můžeme získat z telefonních tlačítek, upevnění a montáž je třeba přizpůsobit druhu zbraně. Velkou pozornost musíme věnovat výběru žárovky, aby její světlo promítnuté optickou soustavou dávalo jen malý světelný bod. Nejlépe vyhoví žárovka do akumulátorových svítilen. Musíme si jich však koupit několik a nejvhodnější vybrat. Velmi důležitá je i optika. Vhodné jsou čočky nebo objektivy ze starých přístrojů (dalekohledů, dělostřeleckých zaměřovačů i fotografických přístrojů apod.). Optika je vlastně promítací objektiv s malou ohniskovou vzdáleností

– 2 až 4 cm. Optiku zkusíme tak, že žárovku rozsvítíme při jejím jmenovitém napětí a přibližováním nebo vzdalováním optické soustavy se snažíme, aby se její svítící vlákno promítalo na co největší vzdálenost jako co nejmenší tečka. V této vzájemné poloze pak žárovku a optiku namontujeme na konec hlavní nebo pod ni (popřípadě přímo do hlavní – obr. 17b).

Potom přikročíme ke stavbě cílové tabulky podle obr. 16. Je to zařízení s dvoutranzistorovým zesilovačem, který zesílí napětí vzniklé na fotonce při jejím osvětlení tak, aby relé sešlo. Tranzistory mají mít co největší zesilovací činitel. Citlivost přístroje nastavíme při zkouškách odporovým trimrem 0,1 MΩ. Relé musí sepnout při dopadu světelného paprsku na fotonku. Aby na přístroj nepůsobilo denní světlo, tj. aby přístroj reagoval jen na krátkodobý impuls vyslaný žárovkou, je za fotonkou zařazen kondenzátor o kapacitě 0,1 μF. Kdyby přístroj „zlobil“ a relé nechtělo spínat, kondenzátor vynecháme. V tom případě však nesmí dopadnout na fotonku denní světlo, proto ji bude třeba umístit i s čočkou do trubičky. V zapojení podle obr. 16 má mít relé odpor asi 300 Ω a dva páry pracovních kontaktů. Jeden pár spíná počítací relé, druhý žárovku. Počítací relé i žárovku napájíme ze zdroje přístroje, proto je nejvhodnější napájet celé zařízení ze dvou plochých baterií. Varianta zapojení na obr. 16b ukazuje zapojení koncového stupně, v němž výkonový tranzistor spíná bez pomocného relé přímo počítací relé i žárovku. Připojovací místa pro výkonový koncový stupeň jsou na obr. 16 označena číslicemi. U cílové tabulky je optika rovněž důležitá, je však jednodušší. Stačí zvětšovací sklo s malou ohniskovou vzdáleností (1 až 2 cm.) Do ohniska umístíme fotonku. Celou přední plochu cílové tabulky (nejlépe krabici o rozměrech předepsaného terče) přikryjeme deskou z neprůhledného materiálu, na který přilepíme originální terč.

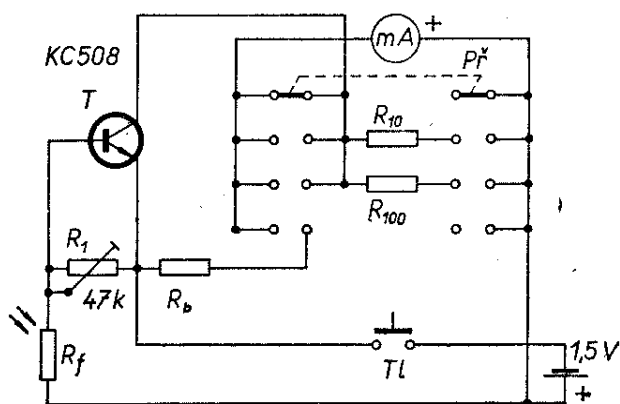


Uprostřed vyřízneme díru o průměru asi 1 až 2 cm (jako je střed na terči), za dírou je zvětšovací sklo a fotonka. Z dálky je otvor tmavý, stejně jako původní střed terče. Počítací relé i žárovku umístíme někde v blízkosti terče, aby střílející mohl kontrolovat své zásahy. Celý zesilovač kromě relé a zdroje není větší než krabička zápalek.

Expozimetry s fotoodporem

Expozimetry s fotoodporem jsou v podstatě velmi jednoduché. Fotoodpor je zapojen do série s baterií a měřidlem. Při osvětlení se odpor fotoodporu zmenšuje a měřidlem protéká větší proud. Měřidlo se cejchuje v osvitových číslech. Za denního světla je před fotoodporem clona (nebo se popř. jinak zmenší citlivost), při nepříznivém osvětlení se clona odstraní a světlo dopadá na celou plochu fotoodporu.

Náš přístroj bude mít tranzistorový zesilovač, proto můžeme použít i méně citlivý fotoodpor, třeba i bazarové jakosti. Abychom nemuseli používat před fotoodporem clonu, budeme měnit citlivost měřidla. Chceme-li mít přístroj spolehlivý, musíme v tranzistorovém zesilovači použít křemíkový tranzistor s minimálním zbytkovým proudem. Nejlépe vyhoví typy KC507, KC508, KC509. Zapojení přístroje je na obr. 18. Odporovým trimrem R_1 nastavíme na měřidle nulu při zatměném fotoodporu R_f . Při zmáčknutí tlačítka protéká fotoodporem



Obr. 18. Expozimetr s fotoodporem

proud, který je úměrný osvětlení. Proud přivádíme do báze tranzistoru, který jej zesílí. V kolektorovém obvodu tranzistoru je měřidlo, na němž čteme velikost zesíleného proudu. Běžný fotoodpor má za tmy odpor řádu $M\Omega$. Při napájení např. napětím 1,2 V (knoflíkový akumulátor) teče fotoodporem o odporu $1,2 M\Omega$ (tj. téměř za úplné tmy) proud $1 \mu A$. Zesílí-li tranzistor jen stokrát, bude ručka měřidla ukazovat výchylku 0,1 mA. Proto je třeba nastavit trimrem R_1 nulu na měřidle tak, aby se ručka vychýlila z nulové polohy teprve tehdy, dopadá-li na fotoodpor nějaké světlo.

Tentýž fotoodpor má při osvětlení žárovkou 100 W ze vzdálenosti asi 1 m např. odpor asi 1200Ω , takže jím protéká proud 1 mA, měřidlem však má téci proud 100 mA. Proto musíme k měřidlu připojovat bočníky. Jako nejvhodnější se ukázalo měřidlo se základním rozsahem 0,5 až 1 mA a dvěma dalšími rozsahy (s desetkrát a stokrát menší citlivostí). Přepínačem P_1 připojujeme k měřidlu bočníky (odpory R_{10} a R_{100}), které vypočteme ze vztahu:

$$R_x = \frac{R_i}{n - 1},$$

kde R_x je bočník,

R_i vnitřní odpor měřidla,

n poměr požadovaného rozsahu k základnímu.

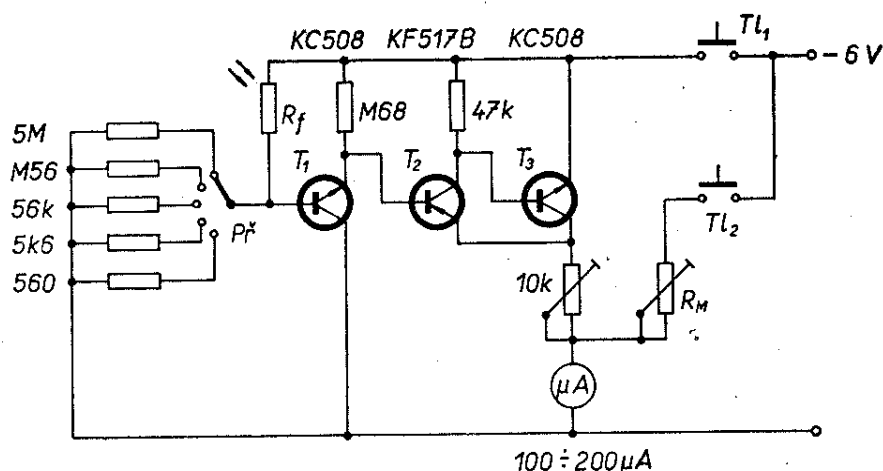
Příklad: základní rozsah měřidla je 1 mA, jeho vnitřní odpor 100Ω a chceme změnit rozsah na 100 mA. Dosazením do vzorce dostaneme:

$$R_x = \frac{100}{100 - 1} \approx 1 \Omega.$$

Správnost výpočtu odporu bočníku pak porovnáme měřením s ocejchovaným měřidlem.

V dolní poloze přepínače P_1 měříme napětí baterie. Odpor R_b zvolíme tak, aby ručka měřidla ukázala na střed stupnice nebo na jiný lehce zapamatovatelný bod, je-li napětí baterie jmenovité. Napájecí napětí kontrolujeme před každým měřením. V dalších polohách přepínače

Obr. 19. Citlivý
expozimetr s křemí-
kovými tranzistory



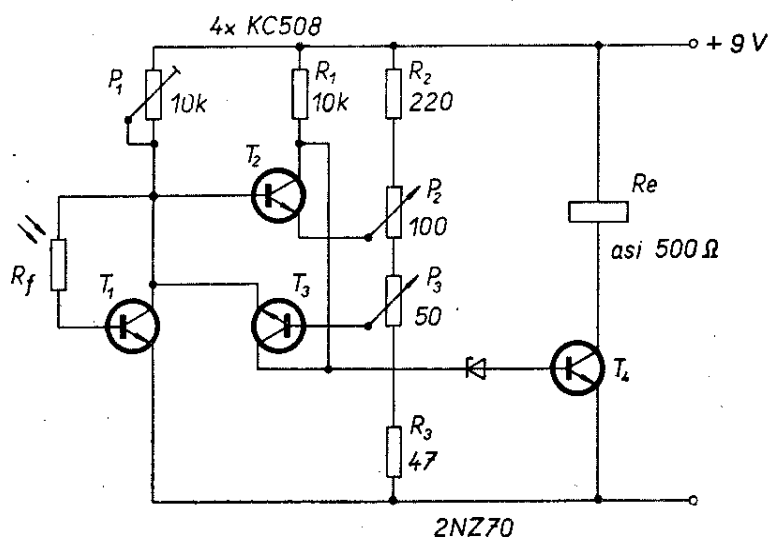
se připojují k měřidlu bočníky. Měřidlo vyhoví nejlépe se stupnicí rozdělenou na sto dílků. K určení expozičních dob podle výchylky ručky měřidla si zhotovíme tabulku na základě srovnání s jiným oceňovaným měřidlem. Vypracování takové tabulky je velmi zdoluhavé a pracné, získáme však jednou provždy spolehlivé expoziční údaje.

Při sestavování přístroje umístíme fotoodpor do válcového krytu do hloubky alespoň 2 až 3 cm, aby měřil jen velmi malý obrazový úhel. Přístroj odebírá z baterií jen velmi malý proud, proto k napájení stačí knoflíkový akumulátor NiCd 225 nebo tužkový článek. Přístroj se hodí nejen k určování doby osvětlení při fotografování, ale i jako expozimetr pro zvětšovací přístroj.

Kdyby se náhodou stalo, že by byl expozimetr při špatných světelných podmínkách málo citlivý (pod zvětšovací přístroj), použijeme místo tranzisto-

ru T tři křemíkové tranzistory, jejichž zapojení najdete na obr. 88. Tyto tři tranzistory v uvedeném zapojení zesilují 3 000krát nebo i vícekrát, takže sebe-menší osvětlení fotoodporu vyvolá dosta-tečnou výchylku ručky měřidla.

Další citlivý expozimetr je možné použít i pro měřicí účely; může sloužit k měření intenzity světla při fotografo-vání nebo pod zvětšovací přístroj. Srovnáním s některým továrním výrob-kem lze přístroj oceňovat jako předchá-zející. Čidlem je fotoodpor CdS. Podle jeho osvětlení dostává báze prvního tranzistoru napětí, které jej otevírá. Přepínač P slouží k nastavení citlivosti přístroje. V první poloze reaguje expozimetr i na velmi slabé osvětlení, další polohy jsou přibližně vždy desetkrát méně citlivé. Pro dobrou stabilitu zařízení musíme použít křemíkové tranzistory. Před mě-řením kontrolujeme zmáčknutím tlačítka TL_2 napětí baterie (obr. 19).



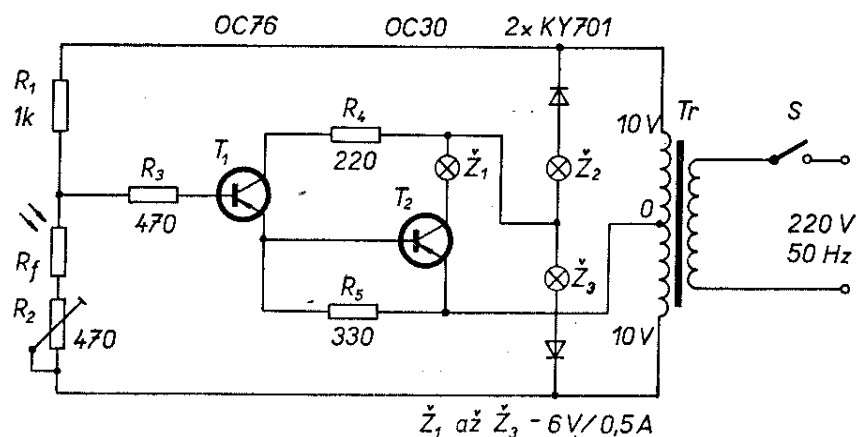
Obr. 20. Zapojení
pro kontrolu inten-
zity osvětlení

$$10 \cdot \frac{1}{72} R_K$$

Zařízení pro podobné použití, ale poněkud jednodušší, lze postavit podle obr. 21. Přístroj se napájí z fázového můstku, který podle zvětšení nebo zmenšení intenzity osvětlení rozsvěcuje \bar{Z}_2 nebo \bar{Z}_3 . Místo žárovek můžeme zapojit přímo regulační prvky (relé, motorky), podle nichž zvolíme proud transformátoru, který má na sekundáru vinutí s vyvedeným středem.

Často potřebujeme zjistit rychlost otáčení motoru, k němuž není možné

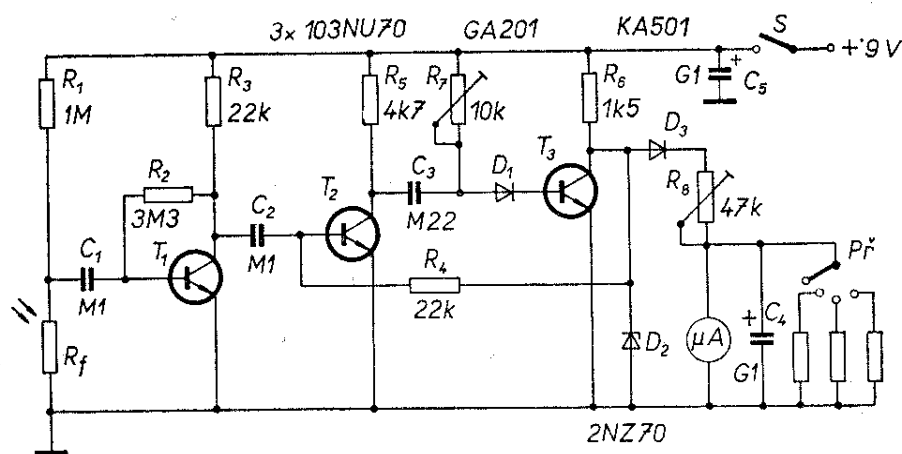
připojit mechanický otáčkoměr. Bývají to různé malé motorky v magnetofo-
nech, bateriových gramofonech nebo
různých hračkách. Ani u větších motorů
však není vždy jednoduché připojit
mechanický otáčkoměr, i kdybychom
jej měli po ruce. K měření rychlosti otá-
čení stačí v tomto případě bezkontaktní
otáčkoměr, který pracuje s fotoodporem.
Na hřídel motoru stačí připevnit černý
papírový kotouč s bílým nebo lesklým
proužkem. Je-li hřídel tlustší, natřeme
jej na černo nebo polepíme černým papí-
rem s bílou tečkou nebo proužkem podél
osy. Točící se kotouč nebo hřídel osvětlí-
me kapesní svítilnou (je nutné stejno-
směrné napájení!). Světlá ploška odráží
při každém otočení hřídele dopadající
světlo na fotoodpor. Měříme tedy vlastně
kmitočet, který převádíme na měřidlo
na rychlost otáčení v ot/min; počet ot/min
přímo čteme na stupnici měřidla. Podob-
ný přístroj byl popsán v AR 10/71 – ten-
tokrát však použijeme místo fotonky
levnější fotoodpor. Zapojení je na obr. 22.
Tranzistory T_2 a T_1 jsou zapojeny jako
klopný obvod, který překlápí v rytmu
světla dopadajícího na fotoodpor. Dioda
 D_1 impulsy usměrňuje a T_3 zesiluje, proto
má mít větší zesilovací činitel. Přes
křemíkovou diodu se na měřidlo dostává
proud úměrný rychlosti otáčení, proto
je stupnice měřidla lineární. Fotoodpor
je umístěn v trubce za sběrnou čočkou,
která zvětšuje jeho citlivost. Přístroj
cechujeme síťovým kmitočtem, který je
dostí přesný. Žárovku asi na 6 V napájíme
ze síťového transformátoru. Při síťovém
kmitočtu se žárovka stokrát za vteřinu
rozsvítí a zhasne, za minutu tedy
6 000krát. Tento kmitočet odpovídá mo-



Obr. 21. Zjednodušené zapojení z obr. 20.

$$R_K \frac{1}{72} \bullet 11$$

Obr. 22. Zapojení bezkontaktního měřiče rychlosti otáčení s fotoodporem



toru, který má rychlost otáčení 6 000 ot/min. Pro kontrolu zařadíme před žárovku usměrňovač. Tím jsme odřízli jednu polovinu sinusovky a snížili kmitočet na polovinu, tedy zmenšili i „rychlost otáčení“ na 3 000 ot/min. Přístroj má čtyři rozsahy: 2 500, 5 000, 10 000 a 20 000 ot/min. na plný rozsah měřidla. Na prvním rozsahu ponecháme původní citlivost, tj. 50 μ A, na dalších zmenšujeme vždy na polovinu, tj. na 100, 200 a 400 μ A. Použité měřidlo DHR5, 50 μ A, mělo vnitřní odpor $R_i = 3,1$ k Ω (nebývá stejný ani u měřidel stejného typu) a výpočtem, který jsme si popsali, vycházejí tyto bočníky: pro druhý rozsah 3,1 k Ω , pro třetí 1,55 k Ω a pro čtvrtý 777 Ω . Nejlépe je postupovat takto: proudem z baterie přiváděným přes potenciometr asi 50 k Ω nastavíme plnou výchylku ručky měřidla a připojováním různých odporů podle přibližného výpočtu vybereme ten, při němž se výchylka ručky měřidla zmenší právě na polovinu. Cejchujeme na třetím rozsahu, kde údaj ručky 30 μ A znamená 6 000 ot/min, 15 μ A 3 000 ot/min. Přesnost ostatních rozsahů je závislá jen na přesnosti bočníků.

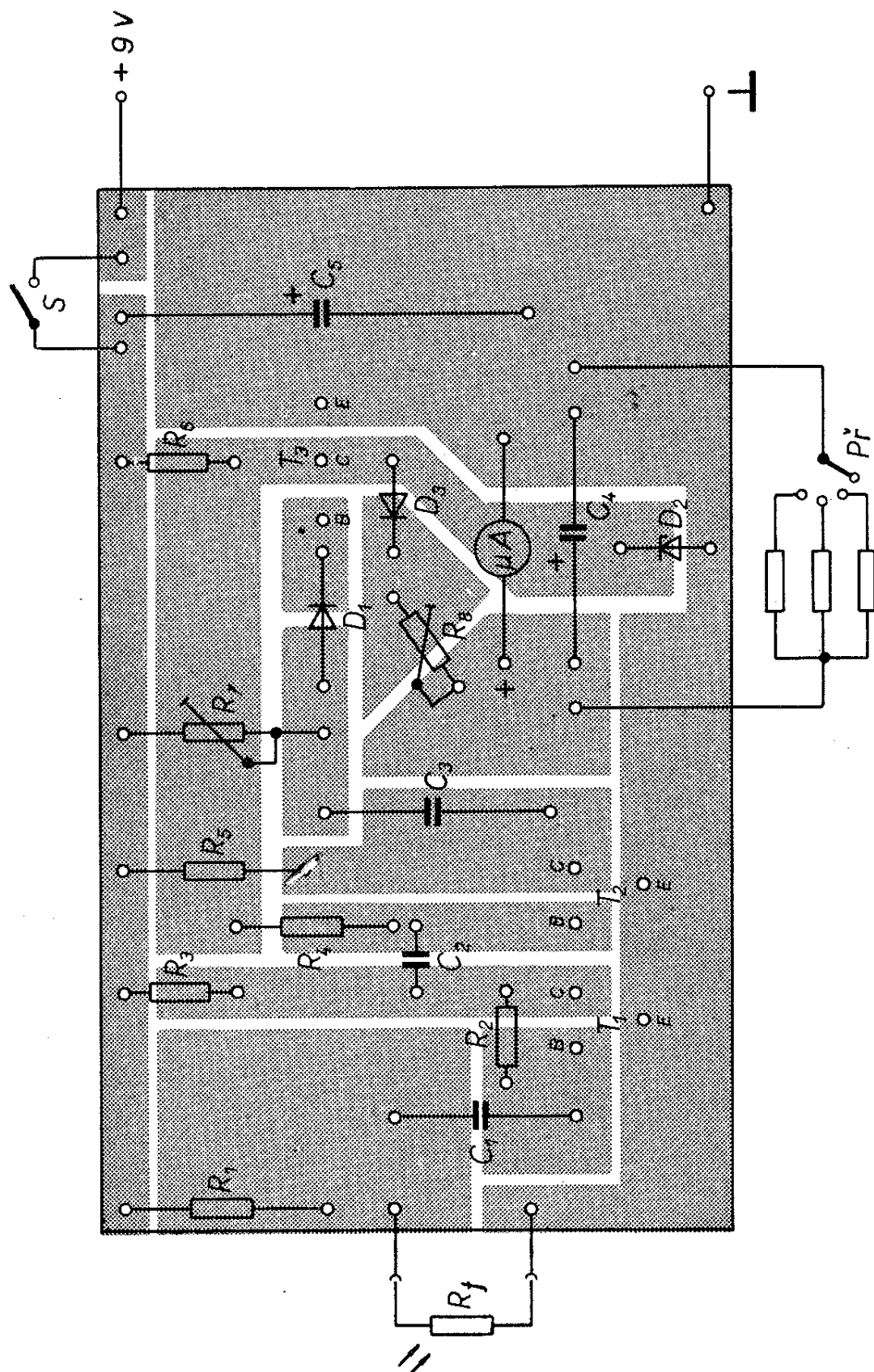
Přístroj je sestaven na destičce s plošnými spoji (Smaragd F04, obr. 23), která je připevněna přímo na svorky měřidla DHR5, 50 μ A. Fotoodpor je ve válcovém krytu a je opatřen optikou. K přístroji je připojen reproduktorovou zástrčkou. Přístroj se napájí z tužkových baterií, odběr se pohybuje kolem 10 mA. Tímto přístrojem se mi poprvé podařilo změřit rychlost otáčení různých malých motorků, ventilátorů apod. Při malých

rychlostech otáčení je ručka měřidla náchylná k vibracím – tehdy připojíme paralelně k měřidlu kondenzátor 50 až 500 μ F.

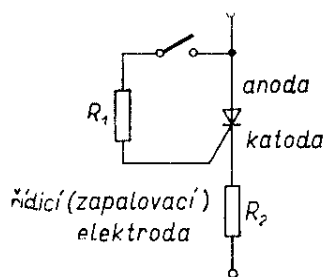
Zapojení s fototyristory

Poměrně jednoduchá a levná zařízení lze postavit s fototyristory. Na našem trhu jsou fototyristory KP500 až KP504, které se navzájem liší spínacím napětím, popř. napětím v závěrném směru, které je u různých typů 30 až 360 V. Všechny fototyristory jsou na zatížení 0,7 A, impulsně je lze zatížit až 7 A. Proud 0,7 A může tvristorem protékat trvale jen v tom případě, opatříme-li tvristor odpovídajícím chladičem. Bez chladiče můžeme tyristor trvale zatížit jen proudem 250 mA. Cena tyristorů se pohybuje od 130 do 190 Kčs. Proto předem zjistíme, s jakým napětím budeme pracovat, a teprve podle toho vybereme odpovídající typ tyristoru.

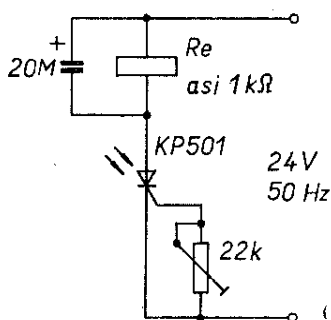
Fototyristory jsou vlastně tyristory, tedy křemíkové spínací prvky, které lze spínat jako běžné tvristory velmi malým kladným proudem řídicí elektrody, nebo bez řídicího proudu světelným zářením. Větší část spektrální citlivosti fototyristoru leží v oblasti infračerveného, tj. tepelného záření. To ovšem nevadí – naopak je to spíše k užitku, protože můžeme postavit zařízení, která budou pracovat s infračervenými, tedy tepelnými paprsky. Okamžik spínání můžeme ovlivnit proudem řídicí elektrody. Chceme-li, aby fototyristor byl maximálně citlivý, přivádíme na řídicí elektrodu



Obr. 23. Destička s plošnými spoji měřiče z obr. 22 (Smaragd F04)



Obr. 24. Funkční princip tyristoru



Obr. 25. Zabezpečovací zařízení s fototyristorem

nepatrné kladné napětí. Chceme-li zmenšit, popř. řídit jeho citlivost, volíme velikost záporného napětí na řídící elektrodě. Tím můžeme také vyrovnat citlivost různých tyristorů na stejnou úroveň.

U fotonek jsme hovořili o tom, že je výhodné používat k řízení světelného paprsku alespoň jednoduchou optiku. U fototyristoru to většinou nebude nutné, protože fototyristor je již optikou opatřen přímo v pouzdře.

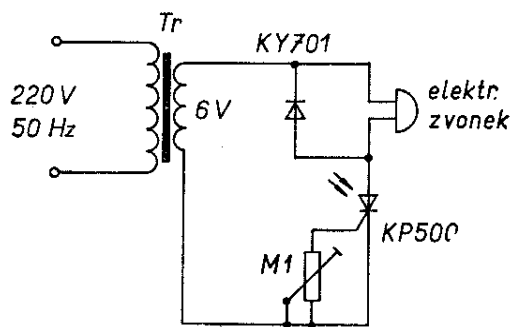
Při použití fototyristorů a tyristorů vůbec je třeba znát jejich funkční princip. Připojíme-li tyristor podle obr. 24 na zdroj přes zatěžovací odpor R_2 , je tyristor uzavřen. Přivedeme-li na řídící (zapalovací) elektrodu malé kladné napětí přes R_1 , tyristor se skokem otevře a propouští proud. Nyní již můžeme třeba přerušit přívod k řídící elektrodě – to již nemá vliv na proud protékající tyristorem. Tento proud lze přerušit jen přerušením proudu, který tyristorem protéká. Potom nastává opět klidový stav a nové spuštění opět vyžaduje přivedení napětí na řídící elektrodu. U fototyristorů se napětí řídící elektrody získá osvětlením vrchní části pouzdra. Tyto

vlastnosti dávají fototyristoru mnohostranné možnosti použití. Kromě zařízení, která budou popsána, je možné konstruovat ještě mnoho dalších.

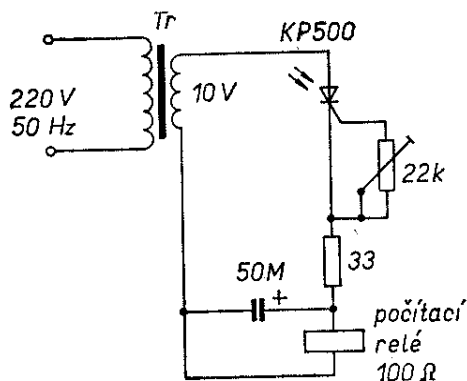
Obr. 25 ukazuje jednoduchý hlásič požáru nebo hlídač plamene, popř. i jiné zabezpečovací zařízení. Svou funkci vykonává podle toho, které kontakty relé spínáme. Použijeme-li zapojení jako hlásič požáru, jsou v klidovém stavu kontakty relé rozepnuty. Osvětlí-li fototyristor plamen požáru, relé sepne a zapojí poplašné zařízení. Hlídač plamene a zabezpečovací zařízení pracuje opačně. Tyristor je osvětlen a udržuje kotvu relé v sepnutém stavu, kontakty jsou rozpojeny. Přeruší-li někdo světelný paprsek (popřípadě i s červeným filtrem) nebo zhasne-li plamen, tyristor se uzavře, kotva relé odpadne a zapojí poplašné zařízení. Napájení však musí být střídavým napětím, protože tyristor se otevírá jen při kladných půlvlnách, při záporných je uzavřen. V případě napájení stejnosměrným napětím by tyristor zůstal i nadále otevřen. Odporovým trimrem nastavíme potřebnou citlivost. Zařízení napájíme střídavým napětím kolem 24 V.

Ještě jednodušší zařízení je na obr. 26. Přístroj se napájí ze zvonkového transformátoru střídavým napětím asi 5 až 6 V a elektrický zvonek je zařazen přímo do anodového obvodu tyristoru. Je-li tyristor osvětlen, prochází proud vinutím zvonku a ten zvoní. Dioda KY701 slouží k tomu, aby tyristor zůstal otevřen i při záporných půlvlnách síťového napětí a zvonek stále zvonil.

Podle obr. 27 můžeme postavit zařízení pro počítání světelných impulsů.



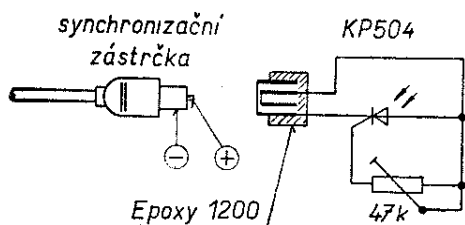
Obr. 26. Zabezpečovací zařízení bez relé



Obr. 27. Zařízení pro počítání světelných impulsů

Při každém osvětlení fototyristoru počítací relé sepne, tyristor však při následující záporné půlvlně přestane vést a relé je připraveno k dalšímu přitažení. Mechanické vlastnosti dovolují počítacímu relé počítat asi 250 až 300 záblesků za minutu.

Velmi jednoduchým způsobem lze s použitím tyristoru vyřešit i odpálení druhého fotografického blesku zábleskem řídicího blesku. Druhý blesk má samostatné napájení ze sítě nebo z baterie a nepotřebuje žádné připojení k prvnímu blesku. Zapojení je na obr. 28. Zařízení nevyžaduje žádný zásah do blesku a připojuje se na synchronní kontakt. U synchronního kontaktu však musíme předem zjistit polaritu. Obvykle bývá kladným pólem tyčinka uprostřed, záporným kroužek. Není tomu však vždycky stejně, proto polaritu musíme v každém jednotlivém případě zjišťovat. Z dutých nýtků uděláme zásuvku pro synchronizační zástrčku, a zalijeme ji do Dentacrylu nebo Epoxy 1200. Fototyristor upevníme v černé trubičce dlouhé 2 až 5 cm, aby na něj nemohlo působit žádné jiné světlo. Odporovým trimrem 47 kΩ



Obr. 28. Zařízení pro odpálení druhého blesku zábleskem řídicího blesku

nastavíme citlivost tak, aby se fototyristor otevřel jen při intenzivním osvětlení zábleskem druhého blesku. Řídicím i řízeným bleskem může být i blesková žárovka; v tom případě bude stačit i tyristor KP500. Odporový trimr může být umístěn v trubičce za fototyristorem a celé zařízení upevníme na druhém blesku.

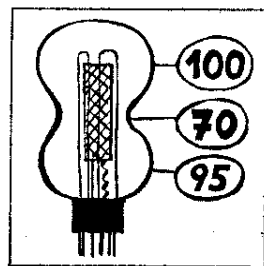
Přístroje ovládané změnou teploty

Různá zařízení, která se dají ovládat teplem, nejsou nová. Již před mnoha lety se používala bimetalová (dvojkovová) čidla, pracující na principu rozdílné roztažitelnosti různých kovů. Pružiny slisované ze dvou kovů, které měly velmi rozdílnou tepelnou roztažitelnost, se vlivem tepla prohýbaly a spínaly nebo rozpínaly obvod. Podobná zařízení se používají až dosud, např. v teploměrech, tepelných relé apod., kde nevadí jejich poměrně pomalá reakce a jiné nevýhody.

V moderních elektronických zařízeních se používají převážně termistory, tj. teplotně závislé odpory. Termistory jsou z kysličníků kovů slisovaných do perličky, tyčinky nebo terčíku nejrozličnějších velikostí a tvarů. Tyto součástky mění svůj odpor podle okolní i vlastní teploty. Změna odporu se pohybuje obvykle kolem 2 až 4 % na 1 °C, není však lineární.

Termistory u nás vyrábí n. p. Pramet Šumperk v dost širokém sortimentu (asi 25 druhů), do maloobchodního prodeje se jich však dostává jen velmi málo. V podstatě je to jen jeden druh perličkových termistorů 10 až 16NR15 a dva druhy tyčinkových termistorů. Občas se v partiových prodejnách objeví i další druhy, takže nezbyvá – jako konečně i u některých jiných součástek a materiálů – nic jiného než již tradiční shánění.

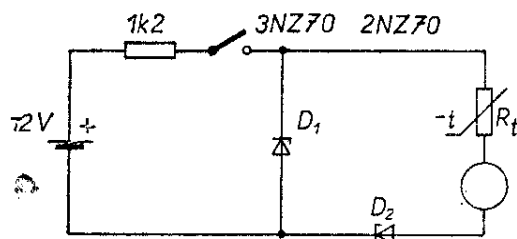
Budeme pracovat s termistory NTC, které mají záporný teplotní součinitel; to znamená, že se zvýšením teploty se jejich odpor zmenšuje. Kromě toho existují ještě termi-



story PTC (pozistory), které se chovají opačně a jejichž použití má některé zvláštnosti. V našich zařízeních budeme používat jen termistory NTC.

Při práci s termistory musíme bedlivě dbát, abychom nepřekročili výrobcem udané jmenovité dovolené zatížení – tím bychom termistor určitě poškodili. Perličkové termistory, které nejsou ponořeny v tekutině, raději zatěžujeme jen zlomkem dovoleného jmenovitého zatížení, aby se nepřehřály. Dále musíme mít na zřeteli, že termistorové teploměry jsou jednoúčelové. Nemůžeme například jedním termistorovým teploměrem měřit teplotu vzduchu a vody, protože různé prostředí má různé účinky na chlazení termistoru. Proto při cejchování nebo nastavení přístroje vždycky dodržujeme zásadu, že termistor umístíme do takového prostředí, v jakém bude později trvale pracovat. K nastavení potřebujeme přesný rtuťový teploměr, podle něhož postavíme termistorové zařízení cejchujeme.

Nejjednodušší zapojení pro hrubé měření a kontrolu teploty je na obr. 29. Termistor můžeme použít tyčinkový nebo destičkový, s odporem kolem 1 000 Ω . Měřidlo stačí podle použití s rozsahem 10 až 50 mA. Zjednodušíme-li vztahy, vycházejí nám tyto údaje: při stabilizaci napětí bude na Zenerově diodě D_1 napětí 8 V, odpor termistoru při 20 °C je 1 000 Ω , takže měřidlem protéká proud 8 mA. Podle katalogu bude mít termistor při teplotě 45 °C odpor asi 500 Ω ; při zvýšení teploty o 25 °C se tedy odpor termistoru zmenšil o 500 Ω . Na změnu teploty o 1 °C tedy připadá změna odporu 20 Ω , tj. 2 %. Měřidlem tedy bude protékat 16 mA, změna je 0,3 mA na 1 °C. Tento výpočet je sice velmi hrubý a nepřesný, pro orientaci



Obr. 29. Nejjednodušší zapojení pro kontrolu a hrubé měření teploty

však postačí. Podobná zařízení je možné použít při kontrole teploty motorů, obsahu nádrží apod., kde teplotní setrvačnost 1 až 5 minut není na závadu. Je samozřejmě, že u méně robustních termistorů nemůžeme připustit, aby jimi protékaly tak velké proudy (např. u perličkových termistorů to může být max. několik μA při malém napětí).

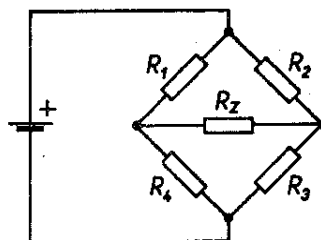
Mnohem přesnějších výsledků měření lze dosáhnout můstkovým zapojením. V podstatě můžeme zvolit dva způsoby:

1. Vyvážený Wheatstoneův můstek (na měřidle zapojeném v úhlopříčce můstku nastavíme nulu a tepelný údaj čteme na stupnici regulačního potenciometru).

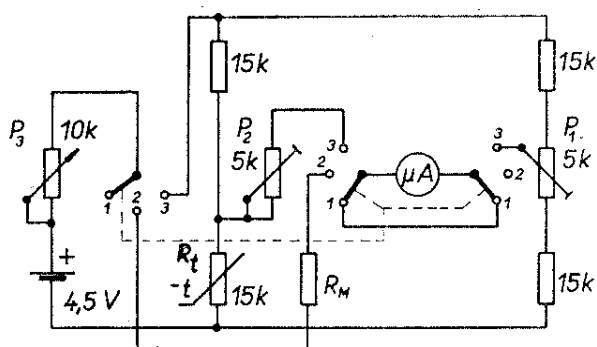
2. Nevyvážený můstek (tepelné údaje se čtou přímo na měřidle zapojeném v úhlopříčce můstku; měřidlo přitom musí být ocejchováno).

Abychom při našich materiálových potížích mohli použít součástky, které se nám právě podaří sehnat, musíme se alespoň v krátkosti seznámit s principem Wheatstoneova můstku, neboť se s ním v přístrojích s termistory velmi často setkáme.

Základní schéma Wheatstoneova můstku je na obr. 30. Skládá se ze čtyř odporů R_1 až R_4 , ze zátěže R_z a ze zdroje. Pokud je odpor R_1 rovný odporu R_2 a odpor R_3 rovný odporu R_4 , neprotéká odporem R_z žádný proud – můstek je vyrovnaný. Zařadíme-li místo R_4 termistor a místo R_3 potenciometr, vyrovnáme můstek tak, že potenciometrem nastavíme odpor termistoru při požadované teplotě. Místo R_z zařadíme mikroampérmetr, který při vyrovnaném můstku ukáže nulu. Při dalším měření můžeme postupovat dvěma způsoby: buďto ocejchujeme měřidlo, jímž podle změny teploty protéká větší nebo menší proud, nebo můstek při mě-



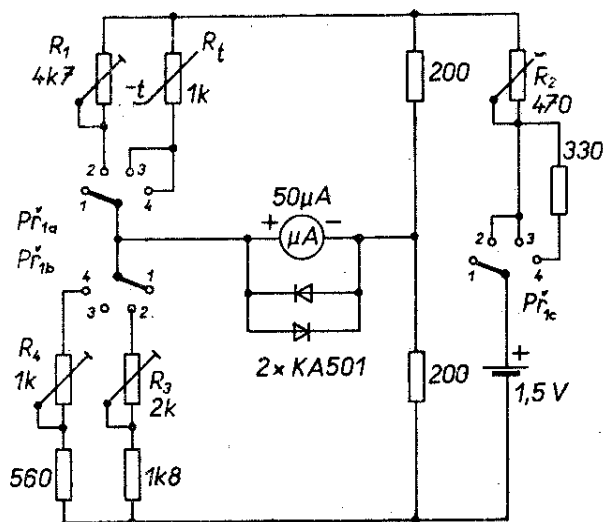
Obr. 30. Základní schéma Wheatstoneova můstku



Obr. 31. Můstek s termistorem pro měření teploty od 15 do 50 °C

(záporný pól μ Ametru musí být v poloze 2 spojen se záporným pólem baterie)

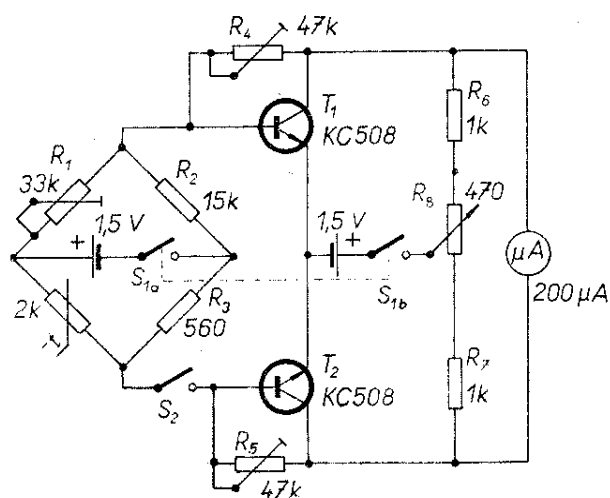
ření vyvažujeme otáčením potenciometru s ocejchovanou stupnicí. Protože však měřidlem protéká jen velmi malý proud a citlivé měřidlo je drahé a choulostivé, zařazujeme obvykle místo měřidla tranzistorový zesilovač, který nepatrný proud tekoucí můstkem zesílí. Zařazením relé pak můžeme ovládat různá vyhovovací zařízení. Na obr. 31 je jednoduchý můstek s termistorem pro měření teploty od 15 do 50 °C. Přístroj napájíme z baterie 4,5 V. Protože výchylka ručky měřidla se mění s napětím zdroje, kontrolujeme před každým měřením stav baterie přepínačem v poloze 2. Potenciometrem P_3 nastavíme na měřidle nějaký bod a poloha ručky na tomto bodě nám při kontrole dává jistotu, že pracujeme vždy se stejným napětím. Měřidlo má být velmi citlivé (nejlépe 40 μ A, nejméně však 100 μ A). V poloze přepínače 1 je přístroj vypnut, měřidlo je zkratováno pro tlumení otřesů. V poloze přepínače 3 měříme. Odporovým trimrem P_1 nastavíme začátek rozsahu tak, že termistor umístíme do prostředí, v němž budeme měřit. Dalším odporovým trimrem P_2 nastavíme při příslušné teplotě plnou výchylku ručky měřidla a potom při pomalém ochlazování termistoru za neustálé kontroly přesným teploměrem nakreslíme stupnici, která není úplně lineární. Termistor je perličkový (13NR15 nebo podobný typ). Podobný teploměr můžeme použít i jako lékařský. Začátek stupnice bude 36 °C, konec 42 °C. V tomto úzkém rozsahu bude stupnice lineární. Při pečlivé práci můžeme do-



Obr. 32. Tranzistorový teploměr se dvěma rozsahy

sáhnout přesnosti 0,1 °C. Měření trvá jen několik vteřin na kterékoli části těla.

Zařízení na obr. 32 pracuje stejně jako předcházející jen s tím rozdílem, že umožňuje měřit na dvou rozsazích. V poloze 1 čtyřpolohového třísegmentového přepínače $Př_1$ je přístroj vypnut. V poloze 2 kontrolujeme stav baterie a v poloze 3 i 4 nastavíme trimrem R_2 plnou výchylku ručky měřidla, přičemž termistor je vždy ohřát na příslušnou teplotu. V poloze 3 nastavíme trimrem R_3 začátek stupnice na nižší, v poloze 4 odporem R_4 na vyšší teplotu. Další postup je stejný jako u předcházejícího zapojení. Termistor je opět perličkový,

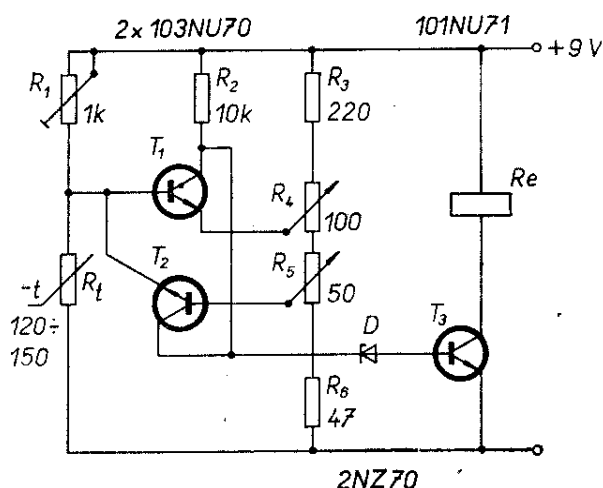


Obr. 33. Termistorový teploměr pro lékařské účely

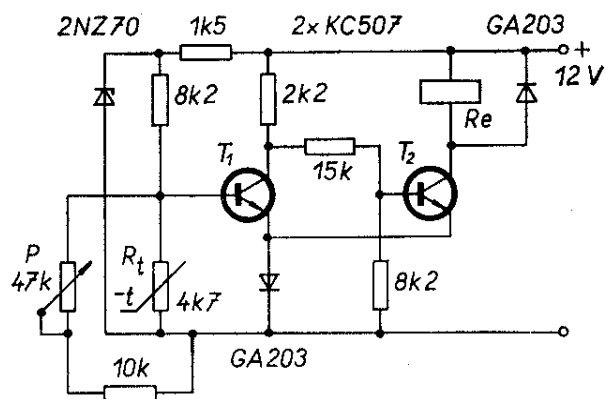
s odporem kolem 1 k Ω . Nižší rozsah obsáhne velmi přibližně teploty od 15 do 30 °C, vyšší asi od 30 do 45 °C. Rozsahy lze měnit a jsou závislé na typu použitého termistoru. Použijeme-li termistor s větším odporem, musíme také zvětšovat nejen odpory v obvodu, ale i napětí baterie.

Pro lékařské a podobné účely vyhoví zapojení podle obr. 33. Teploměr má rozsah od 34 do 42 °C s dělením po 0,1 °C. Termistor je zapojen do vyrovnaného Wheatstoneova můstku. Proud tekoucí diagonálou můstku zesiluje stejnosměrný zesilovač. Protože obvyklá teplota okolí se pohybuje vždy pod 34 °C, ukazuje měřidlo při zapnutí přístroji „za roh“. Teploměr kalibrujeme odporovým trimrem R_1 , zvětšení nebo zmenšení plné výchylky ručky měřidla regulujeme trimry R_4 a R_5 . Ručku měřidla nastavíme na začátek stupnice změnou odporu potenciometru R_8 při zapnutí dvojitým spínači S_1 (spínač S_2 je přitom rozepnut). Při měření zapínáme i S_2 . Sestavení teploměru není obtížné, velmi náročné je však cejchování. Nejlépe je postupovat takto: podle kontrolního teploměru nastavíme začátek a konec stupnice; protože celá stupnice bude téměř lineární, stačí potom již kontrolovat jen některé body.

Mnohem častěji se používají k regulaci teploty nebo její kontrole zařízení s automatickými obvody. Automatické obvody



Obr. 34. Přístroj pro kontrolu teploty na libovolném místě s automatickou signalizací změn

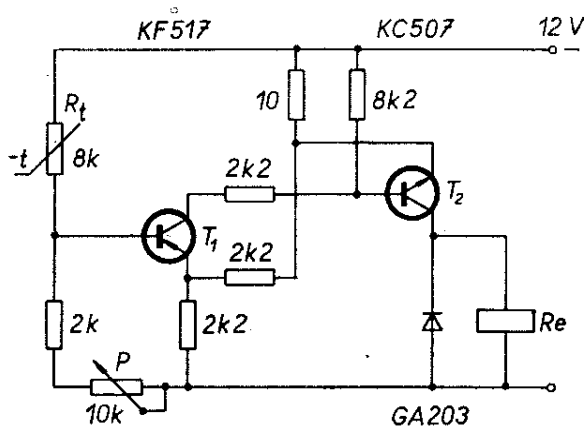


Obr. 35. Regulátor teploty pro rozmezí teplot od 28 do 40 °C

dovedou víc: hlásí každou odchylku od stanoveného režimu, popřípadě nastavený režim automaticky udržují.

Na obr. 34 je schéma zařízení, jímž můžeme neustále kontrolovat teplotu na libovolném místě. Přístroj oznamuje světelným nebo zvukovým signálem, že teplota klesla nebo vystoupila pod nebo nad stanovenou mez. Termistor R_t je terčíkový nebo tyčinkový – čím bude menší, tím menší bude mít tepelnou setrvačnost. Jeho odpor má být při pokojové teplotě 120 až 150 Ω . Tranzistory T_1 a T_2 jsou zapojeny antiparalelně – v tomto zapojení při zvýšení nebo snížení teploty jeden z nich začíná vést a jeho kolektorový proud zablokuje přes Zenerovu diodu T_3 , kotva relé odpadne a spojí klidový kontakt, na který je připojeno signalizační zařízení. Stanovenou teplotu nastavíme odporovým trimrem R_1 . Potenciometry R_4 a R_5 nastavíme minimální a maximální teplotu, při nichž má přístroj signalizovat změnu.

Obr. 35 ukazuje regulátor teploty, který pracuje se součástkami podle schématu v rozmezí teplot od 28 do 40 °C s přesností ± 1 °C. Podle toho, zapojíme-li klidové nebo pracovní kontakty relé, můžeme řídit topení nebo chlazení. Přístroj pracuje na principu Schmittova klopného obvodu. Má-li termistor (tyčinkový nebo terčíkový) předepsanou teplotu, má velký odpor a T_1 je otevřen. Tranzistor T_2 je zavřen, kotva relé není přitažena. Při zvyšování teploty se odpor termistoru zmenšuje, T_1 se uzavře a T_2 otevře, kotva relé přitáhne. Poten-

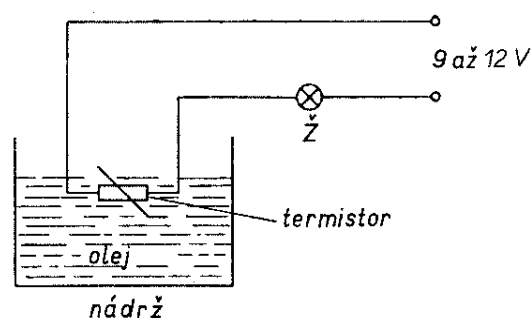


Obr. 36. Regulátor teploty s doplňkovými křemíkovými tranzistory

ciometrem P nastavíme teplotu, při níž je relé v klidovém stavu.

Na obr. 36 je zařízení s doplňkovými křemíkovými tranzistory, které pracuje v rozmezí teplot 15 až 60 °C s přesností 0,1 °C. Termistor je v přístroji v můstkovém zapojení a tím se dosahuje velké citlivosti zařízení. V klidovém stavu, který se nastavuje potenciometrem P , jsou tranzistory uzavřeny – i relé je v klidovém stavu. Poklesne-li teplota, tranzistory se otevírají, relé přitáhne a zapojí topení. Při opětovném dosažení původní teploty kotva relé opět odpadne a topení vypne. Přístroj se hodí k regulaci teploty v termostatech a uplatní se ve všech případech, kde potřebujeme přesně udržovat teplotu. Termistor může být opět terčíkový. Chceme-li, aby funkce přístroje byla opačná, zaměníme umístění odporu a termistoru v děliči báze T_1 . Potom relé přitáhne při zvýšení a odpadne při snížení teploty.

Poměrně jednoduchým způsobem lze kontrolovat pokles hladiny tekutiny v nádrži s elektricky nevodivou tekutinou (např. olejem). Termistor je ponořen do tekutiny, která jej chladí (obr. 37). Jeho odpor je velký, žárovka \bar{Z} proto nesvítí. Poklesne-li hladina oleje, není termistor chlazen. Proud, který jím prochází, termistor ohřívá, jeho odpor se zmenšuje a žárovka začíná svítit zpočátku slabě, potom stále intenzivněji. Oznamuje tím, že hladina oleje poklesla. Stejné zařízení můžeme použít i v jiných tekutinách (s výjimkou benzínu apod.), pokud termistor vodotěsně izolujeme



Obr. 37. Zapojení pro kontrolu poklesu hladiny v nádrži s elektricky nevodivou kapalinou

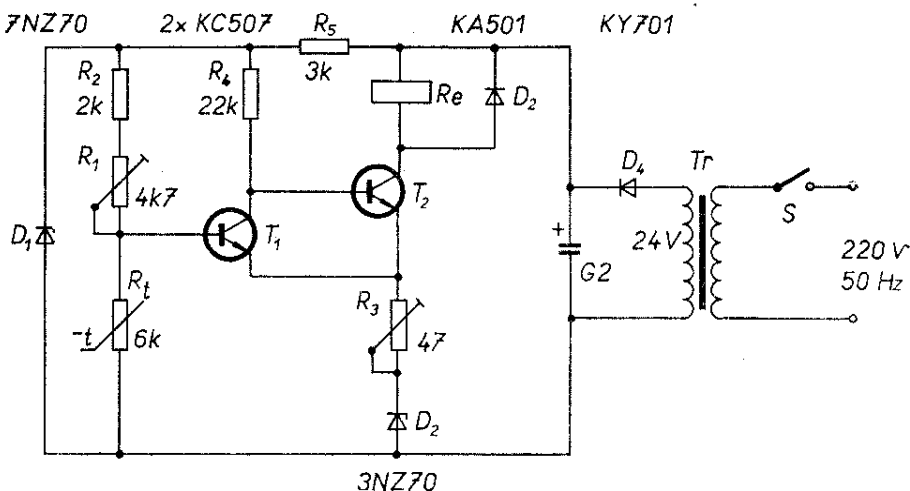
tak, aby izolace nebyla současně tepelnou izolací. Žárovku musíme vybrat podle druhu termistoru. Nejlépe se hodí tyčinkový termistor, který se používá k ochraně žhavení elektronek a má patřičný výkon (typ NR001 až 003). Žárovka může být na 3 až 10 V/0,1 až 0,3 A podle druhu zdroje. Podobné zařízení je možné postavit i pro indikaci přehřátí motoru. Žárovka se v tomto případě rozsvítí jen při dosažení určité teploty.

Na obr. 38 je přístroj pro udržování teploty v místnosti, která je vytápěna elektricky nebo i naftovým topením, lze-li přívod elektricky regulovat. Přesnost vypínání i zapínání lze nastavit odporem R_3 od 0,6 do 3 °C. Požadovanou teplotu nastavíme změnou R_1 . Při snížení teploty se zvětší odpor termistoru, který může být tyčinkový, terčíkový apod. Tranzistor T_1 se otevírá, současně se uzavírá T_2 a kotva relé odpadne – klidové kontakty spínají topení. Bylo by možné (změnou R_2 a R_1) režim obrátit, aby relé spínalo, to však má určitou nevýhodu. Například přerušil-li se v našem zapojení termistor, relé vypne topení a přístroj tak hlásí i závadu. Odpor vinutí relé má být asi 500 až 800 Ω a jeho kontakty musí být dimenzovány podle příkonu topení, které spíná.

Časovací obvody

Časovací obvody (časové spínače, zpožďovací obvody) mají velmi široké uplatnění. Nejznámější jsou mechanické spínače, pracující s hodinovým strojkem, které podle nastavení dávají po určité

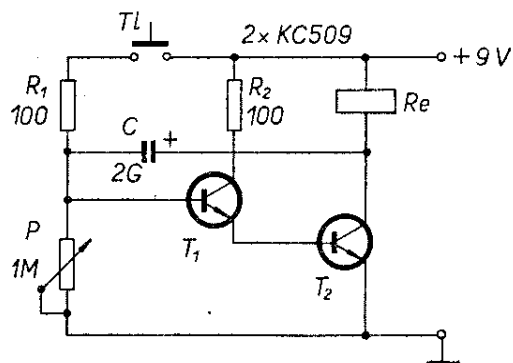
Obr. 38. Přístroj pro udržování teploty v místnosti



době zvukový nebo jiný signál, vypnou nebo zapnou určitý obvod. Konstrukce takového zařízení je velmi náročná po mechanické stránce. Jednodušší jsou poloautomatická zařízení, která pracují s elektromagnetem. Po sepnutí elektromagnetu jeho jádro prudce přitáhne, tím změni polohu rtuťového „prasátka“ a rtuť sepne kontakty zatavené ve skleněné baňce. Pružina vrací jádro elektromagnetu do původní polohy, přičemž je však obvykle brzděna pístem. Podle nastavení se doba sepnutí kontaktů pohybuje od několika vteřin do několika minut. Tento systém se používá ve schodišťových spínačích apod., pro přesnou práci se však podobná zařízení nehodí.

V pravém slova smyslu nazýváme elektronickými časovacími obvody zařízení, která pracují na principu nabíjení a vybíjení kondenzátoru přes odpor. Tento pochod má zákonitý průběh, proto se hodí i pro nejpresnější práci. Nabítený nebo vybitý kondenzátor řídí elektronkový nebo tranzistorový obvod, který může mít jeden nebo více zesilovacích stupňů. Koncový stupeň pak uvádí do činnosti podle našich potřeb vybavovač (obvykle relé), které rozpíná nebo spíná napájecí napětí spotřebiče. U všech zařízení, u nichž požadujeme velkou přesnost (pod 1 %), bude hrát důležitou úlohu stabilizace napájecího napětí. Také okolní teplota, bude-li se lišit o $\pm 5^\circ\text{C}$ od pokojové, může ovlivnit přesnost zařízení. Obvykle však nebude toto kolísání u běžně používaných zařízení na závadu. Pokusy jsem zjistil,

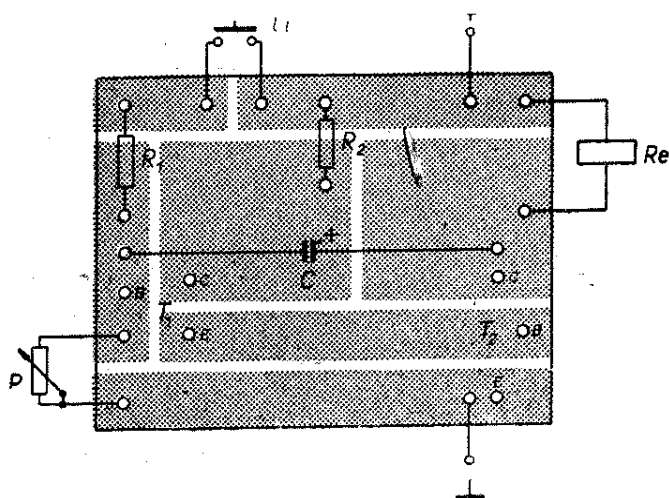
že u časového spínače, který byl osazen dvěma křemíkovými tranzistory, se při ochlazení tranzistorů na -15°C časy prodloužily asi o 5 %, při ohřátí na 60°C se zkrátily o 10 %. Běžně však takové teplotní rozdíly nepřicházejí v úvahu. V tranzistorových zařízeních, kde nám záleží na přesnosti, se budeme snažit používat křemíkové tranzistory, které mají teplotní závislost mnohem menší než germaniové. A ještě jedna rada – nebojte se experimentovat! Tolerance součástek nejen amatérsky zhotovených, ale i z prodejen je tak velká, že se může stát, že zařízení bude pracovat i s jinými součástkami, než je uvedeno v popise. Proto při zachování principu zapojení a opatrnosti při práci s tranzistory se nebojme vyměnit odpory, kondenzátory nebo jiné součástky. Je možné, že při troše vynalézavosti se nám podaří popsaný přístroj ještě vylepšit.



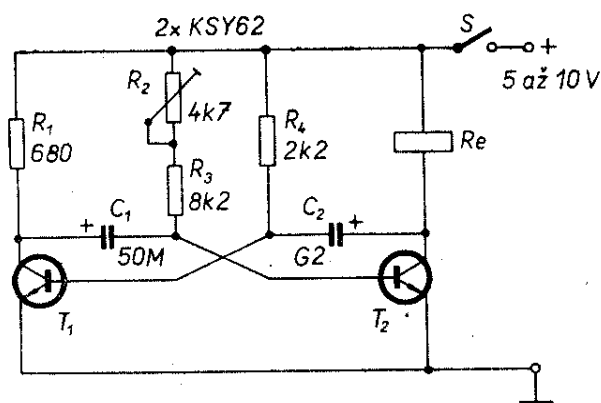
Obr. 39. Tranzistorový spínač s možností nastavení doby sepnutí od několika minut až do několika hodin

Jsou různá zařízení, u nichž potřebujeme zajistit provoz na delší dobu (třeba i několika hodin) a potom se má zařízení vypnout. Místo mechanických spínačů hodin můžeme použít tranzistorový spínač podle obr. 39, který lze nastavit od několika minut do několika hodin. Doba sepnutí závisí nejen na kvalitě tranzistoru (spínací doba je přímo závislá na proudovém zesílení tranzistoru), na kapacitě kondenzátoru, ale i na vlastnostech spínacího relé. Použijeme-li relé, které při odporu cívky kolem $500\ \Omega$ spíná při napětí 2 až 3 V a jehož kotva odpadá při napětí kolem 0,5 až 1 V, můžeme dosáhnout spínací doby až 15 hodin. Použijeme-li polarizované relé, dá se tato doba ještě dále prodloužit. Pak ovšem při spínání výkonných spotřebičů musí polarizované relé spínat ještě další relé, které bude mít patřičně dimenzované spínací kontakty.

Zařízení podle obr. 39 uvedeme do chodu tlačítkem T_1 . Časový spínač pracuje jako Millerův integrátor s kondenzátorem vazbou mezi bází prvního a kolektorem druhého tranzistoru. Tím se linearizují pilovité kmity, které se vytvářejí kladnými impulsy na bázi T_1 a působí velmi pomalé zmenšování napětí na bázi T_2 a tím i dlouhou dobu otevření tranzistoru T_2 . Tranzistory budou opět křemíkové, s největším možným proudovým zesílením. Kondenzátor má mít malý svodový proud. Celý spínač kromě relé může mít velikost krabičky od zá-



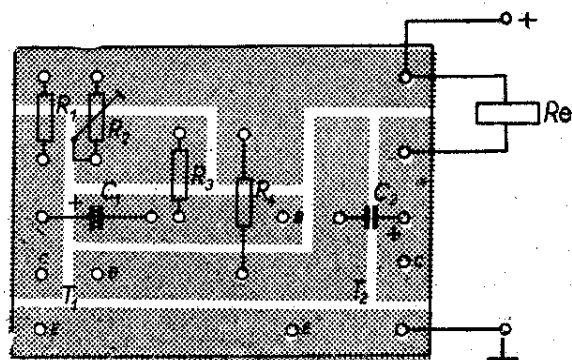
Obr. 40. Destička s plošnými spoji pro časový spínač z obr. 39 (Smaragd F05)



Obr. 41. Tranzistorové stopky

palek a postavíme jej na plošných spojích (obr. 40).

S použitím bistabilního multivibrátoru lze postavit poměrně přesné tranzistorové stopky, které mohou podle nastavení počítat na telefonním počítačím relé (pokud možno s nulováním) vteřiny nebo jiné časové intervaly. Zařízení podle obr. 41 se zapíná připojením napájecího napětí, které může být při odporu cívky počítačím relé kolem $100\ \Omega$ od 5 do 10 V. Jeho případné kolísání nemá vliv na přesnost přístroje. Vzorek byl zkoušen s různými křemíkovými tranzistory a všechny vyhověly. Zařízení počítalo vteřiny a kontrola na přesném čítači ani po několika minutách sledování neukázala změnu kmitočtu. Po ochlazení tranzistoru asi na $-15\ ^\circ\text{C}$ se kmitočet zvýšil o 5 %, ohřátím asi na $60\ ^\circ\text{C}$ se snížil o 10 %. V podmínkách pokojové teploty nemají velké změny teploty žádný vliv na přesnost přístroje. Výběr součástek není



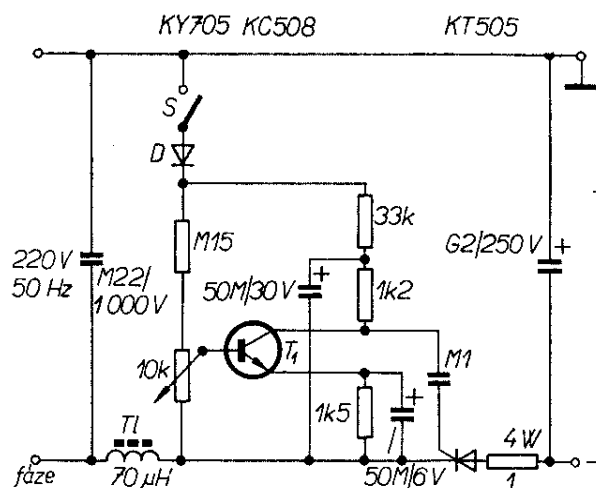
Obr. 42. Destička s plošnými spoji tranzistorových stopek podle obr. 41 (Smaragd F06)

kritický; kondenzátory mohou mít i větší kapacitu, musí však být jakostní, s malým svodovým proudem (i když jsem ve vzorku použil běžně prodávané). Destička s plošnými spoji má rozměry 35×27 mm a je možné ji upevnit přímo na počítačím relé (obr. 42).

Totéž zařízení může sloužit téměř beze změny jako spínač k ovládání stěračů v automobilu. Místo počítačím relé v tomto případě zapojíme spínací relé s potřebnými kontakty a R_2 nahradíme potenciometrem s odporem kolem 50 k Ω . Pokud by doba sepnutí kontaktů relé byla krátká, zvětšíme R_4 . S uvedenými hodnotami součástek se dá spínač regulovat od 1 vteřiny do 45 vteřin.

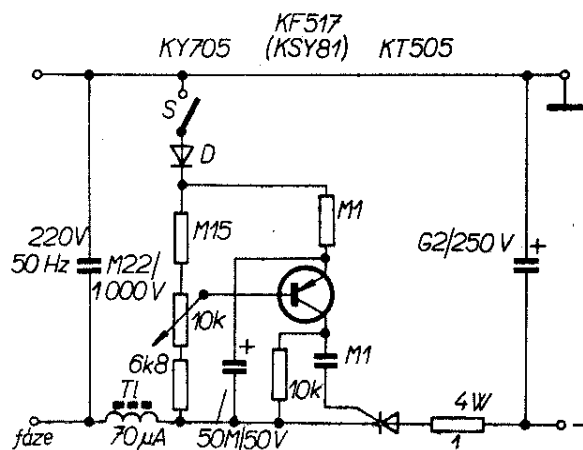
Napájecí zdroje

Růstem motorismu a používáním stále více elektronických zařízení, které je třeba napájet z baterií, získávají na významu síťového zdroje. Suché baterie, zvláště u spotřebičů s poměrně velkou spotřebou, jsou poměrně drahé; proto všude, kde zařízení používáme stabilně, je výhodný síťový zdroj. V mnohých zařízeních spotřebitelského charakteru obstarávají napájení zapouzdřené niklo-kadmiové akumulátory, které jsou však dosti choulostivé na nabíjecí režim. U větších akumulátorů také není žádoucí, aby nabíjení probíhalo prudce a aby byl akumulátor nabíjen přes určitou hranici. Pro tyto potřeby byla vyvinuta nejruznější poloautomatická a automatická zařízení, která spolehlivě plní všechny požadavky. S tyristory lze postavit regulovatelný zdroj 30 až 150 V bez použití transformátoru. Výstup je galvanicky spojen se sítí, proto je při jeho používání nutné dodržet všechna bezpečnostní opatření a předpisy. Přístroj na obr. 43 využívá vlastností tyristoru, který připojuje síť v okamžiku, kdy síť má takové napětí, jaké jsme si zvolili. Přitom je střídavé napětí usměrněno. Tento bod zvolíme na sestupném boku sinusovky. Aby při spínání nepronikly do sítě rušivé signály, je na vstupu zařazen filtr, kondenzátor s tlumivkou. Po zapojení přístroje je spínačem S dostává zařízení přes

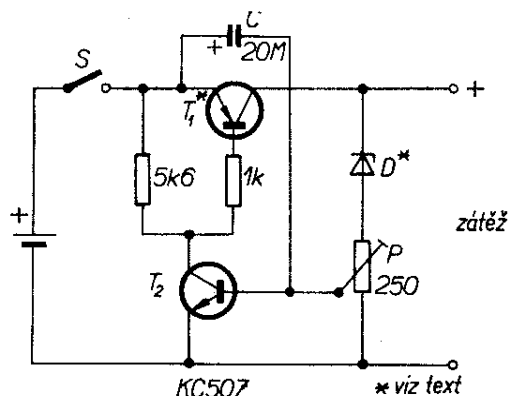


Obr. 43. Napájecí zdroj s tyristorem, regulovatelný od 30 do 150 V

diodu D napětí pro napájení pracovního obvodu. Báze tranzistoru je řízena potenciometrem, na němž je tepavé napětí. Tranzistor je uzavřen, dokud napětí na jeho bázi není větší než napětí na emitoru. Potom se otevře a zůstává otevřen, dokud se napětí na bázi opět nezmenší. Přes tranzistor se přenáší tepavé napětí, ale tyristor se otevírá jen v době kladných půlvln. Přes něj se nabije kondenzátor na výstupu na takové napětí, jaké měla síť v okamžiku otevření tyristoru. Pak se tyristor uzavře a celý děj se opakuje. Zatížení na výstupu můžeme zvolit podle druhu tyristoru; v našem případě to bude kolem 0,5 A. Použijeme-li výkonnější tranzistor, může zařízení sloužit



Obr. 44. Regulovatelný zdroj s tyristorem a tranzistorem typu p-n-p



Obr. 45. Zapojení pro automatické odpojení zátěže při zmenšení napětí niklokaadmiových akumulátorů pod stanovenou mez

k regulaci rychlosti otáčení univerzálních motorů apod.

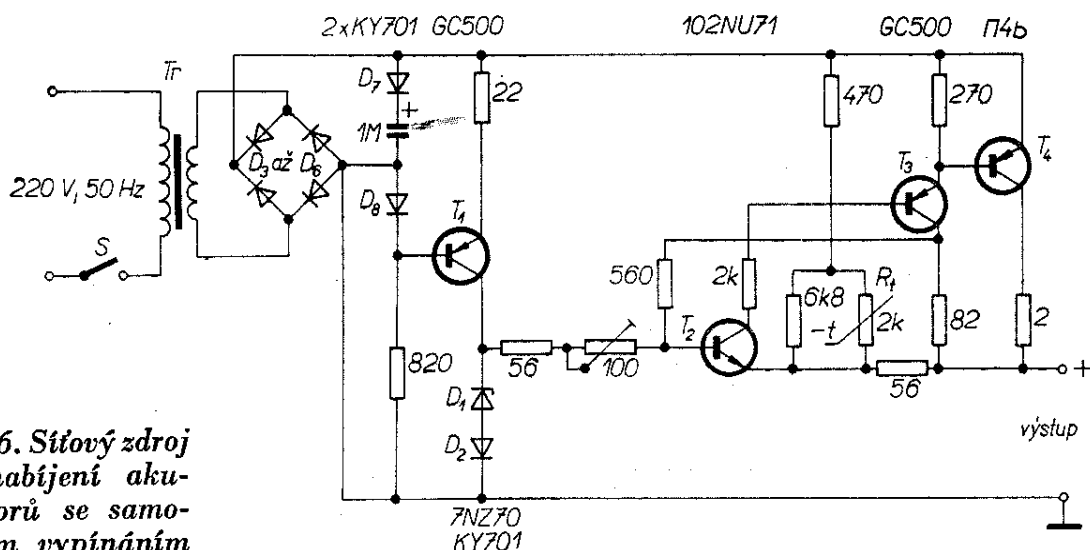
V podstatě na stejném principu pracuje zařízení na obr. 44; v něm je však použit tranzistor p-n-p.

Při používání niklokaadmiových akumulátorů je třeba dávat pozor, abychom akumulátor úplně nevybili, protože tím bychom jej mohli nenapravitelně poškodit. Zařízení na obr. 45 slouží k tomu, aby při poklesu napětí akumulátoru na stanovenou mez byl spotřebič automaticky odpojen. Po zapojení přístroje spínačem S se kondenzátor C nabije přes potenciometr P na plné napětí baterie. Krátkodobý impuls při nabití C otevře T_2 , tím se otevře i T_1 . Na Zenerově diodě D je plné napětí zdroje. Je-li toto napětí větší než Zenerovo napětí, dioda se otevře a potenciometrem P protéká stabi-

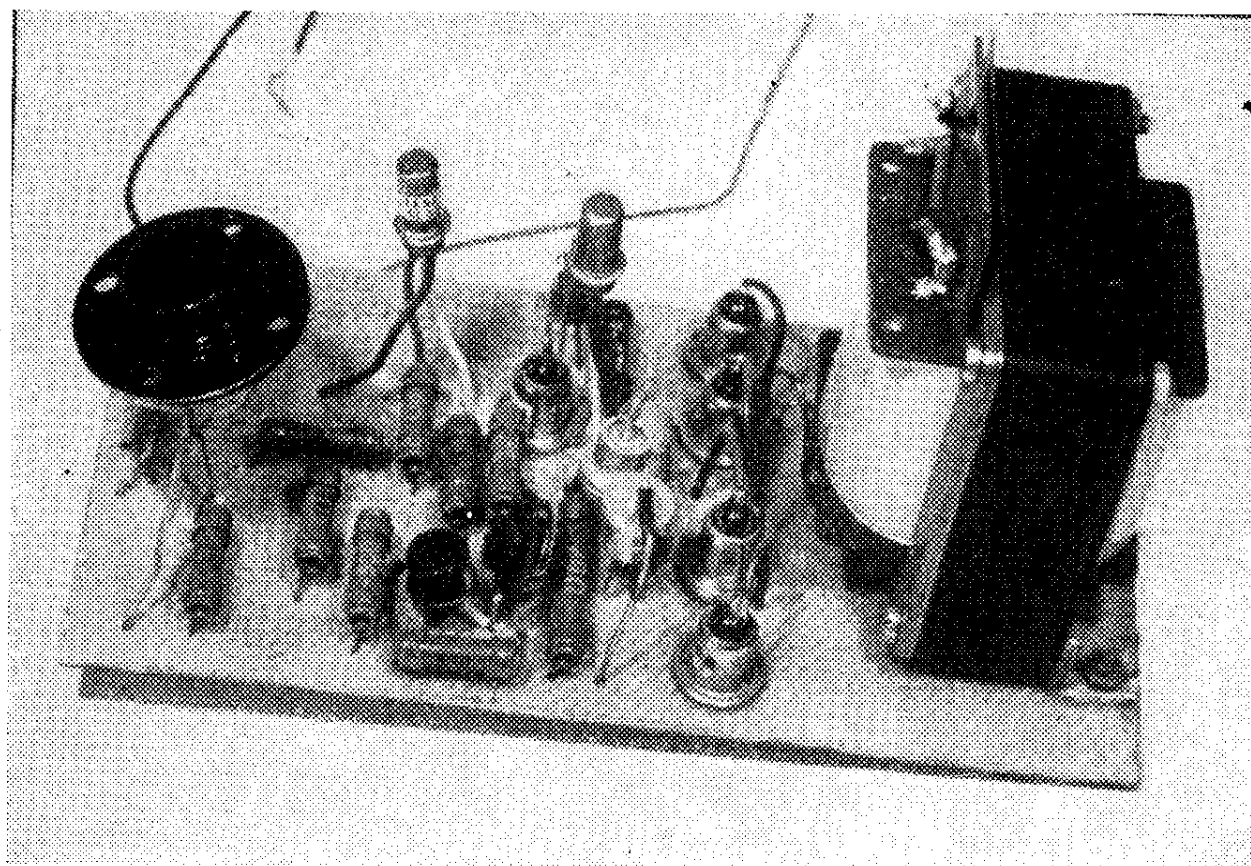
lizací proud. Spád napětí na potenciometru udržuje T_2 otevřen. Jakmile se napětí zdroje zmenší pod velikost Zenerova napětí, Zenerova dioda se uzavře, potenciometrem P neprotéká proud, T_2 se uzavře a uzavírá i T_1 , který odpojí zdroj od zátěže. Tranzistorem T_2 protéká jen zbytkový proud I_{C0} .

Tranzistor T_1 je p-n-p a zvolíme jej podle druhu zátěže; může být i výkonový. Diodu vybereme podle toho, jakou zvolíme baterii. Máme-li např. pět akumulátorů NiCd, je jejich jmenovité napětí 1,2 V a nesmí klesnout pod 1,1 V. Proto vybereme takový typ Zenerovy diody, který má Zenerovo napětí 5,5 V, tedy 1N70. Přesné Zenerovo napětí diody změříme ještě před sestavením přístroje. Podobně lze nastavit vypínací napětí i u ostatních druhů baterií.

Na obr. 46 je síťový zdroj pro nabíjení akumulátorů se samočinným vypínáním. Původní zapojení podle obrázku bylo vyvinuto pro velmi rychlé nabíjení tří akumulátorů NiCd, které mají kapacitu asi 1 Ah. Nabíjejí se proudem asi 800 mA asi jednu a půl hodiny. Protože nabíjecí proud je asi osmkrát větší než doporučený nabíjecí proud, nemohu tento způsob nabíjení doporučit pro akumulátory NiCd tuzemské výroby. Proto přístroj upravíme změnou D_1 tak, aby vypínal podle potřebného maximálního napětí akumulátorů. U dvanáctivoltového akumulátoru je to asi 14,5 V, použijeme tedy Zenerovu diodu 7NZ70, která má Zenerovo napětí 14,5 V. Musíme ovšem vybírat



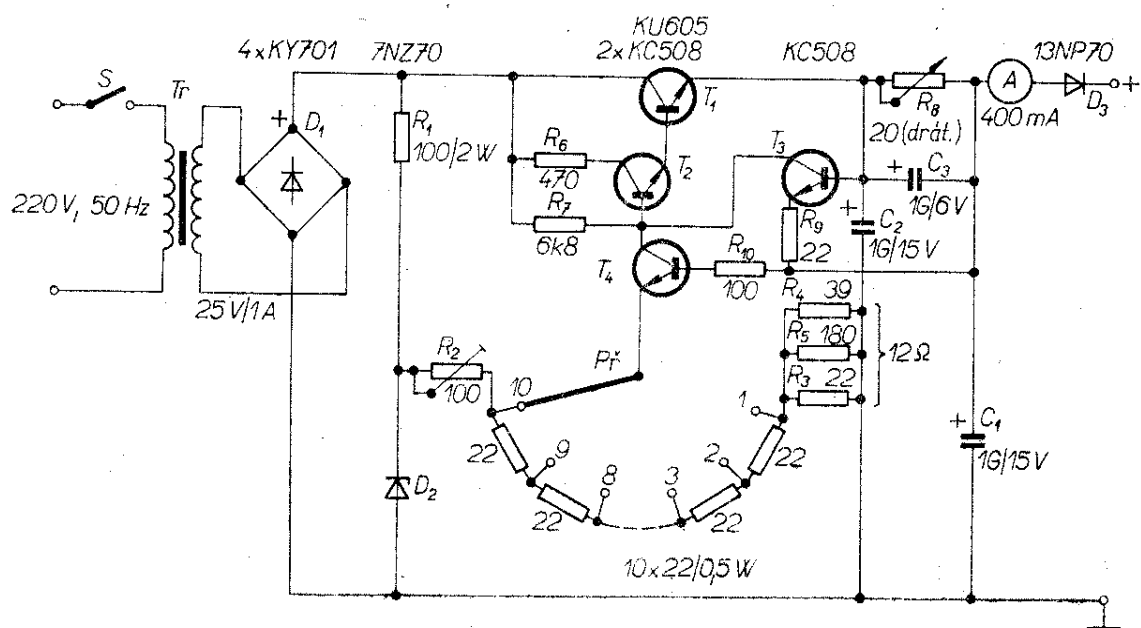
Obr. 46. Síťový zdroj pro nabíjení akumulátorů se samočinným vypínáním



Obr. 47. Sestavený zdroj pro nabíjení akumulátorů z obr. 46

z několika kusů. Transformátor navine-
me podle toho, jaké napětí potřebujeme
na sekundární straně. Při napětí baterie
12 V má mít sekundární vinutí napětí

asi 18 až 20 V. T_1 použijeme s příslušně
velkým ztrátovým výkonem, popřípadě
jej opatříme chladičem. Ve zkušební
vzorku (obr. 47) byl použit sovětský



Obr. 48. Univerzální automatický nabíječ niklokadmiových akumulátorů

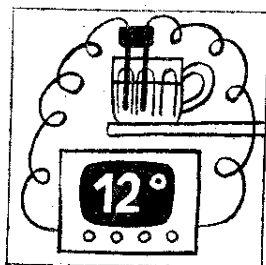
tranzistor $\Pi 4E$, který se při nabíjecím proudu 800 mA vůbec nezahřívá. Termistor v obvodu emitoru T_2 slouží k tepelné kompenzaci zařízení. Diody D_3 až D_6 jsou křemíkové diody typu KY, zvolené podle potřebného napětí a nabíjecího proudu. Nabíjecí proud můžeme regulovat změnou odporu (v kolektorovém obvodu T_4), který je z topného drátu elektrického vařiče.

Obr. 48 ukazuje univerzální automatický nabíječ niklo-kadmiových akumulátorů. Je nastavitelný pro nabíjení 1 až 10 článků. Proud je říditelný do 400 mA, takže přístroj je použitelný pro nabíjení akumulátoru 4 Ah jmenovitým maximálním proudem, při pomalejším nabíjení i pro akumulátory větší. Zdroj po nabití akumulátorů další nabíjení automaticky přerušuje.

Nabíjení úplně vybitých akumulátorů jmenovitým proudem má trvat asi 16 hodin, jak to předepisují výrobci. Napětí niklo-kadmiových článků nemá klesnout pod 1,1 V; při úplném nabití nemá napětí překročit 1,75 V. Při dosažení tohoto napětí přístroj nabíjení přerušuje.

Princip zapojení je jednoduchý. Po můstkovém usměrnění napětí ze sekundárního vinutí transformátoru se usměrněné napětí stabilizuje Zenerovou diodou D_2 na 20 V. Kladné napětí se dostává přes odpory R_7 a R_6 a přes tranzistor T_2 do báze výkonového tranzistoru T_1 , který se otevře, takže jím protéká nabíjecí proud, který regulujeme podle potřeby drátovým potenciometrem R_8 . Odporovým trimrem R_2 nastavíme napětí 17,5 V pro nabíjení deseti článků. Další dělič, který je vytvořen z deseti odporů na přepínači P_7 , nastavujeme podle počtu nabíjených článků. V každém členu děliče je napětí 1,75 V. Bude-li napětí na výstupu 1,75 V, T_1 se uzavírá a nabíjení je skončeno. Odpory R_4 a R_5 paralelně k prvnímu členu R_3 kompenzují spád napětí báze-emitor tranzistoru T_4 .

Transformátor dimenzujeme na odběr 1 A, jádro bude M20, primární vinutí má 1 800 z drátu o



\varnothing 0,2 mm, sekundární 210 z drátu o \varnothing 0,6 mm. Tranzistor T_1 bude třeba umístit na chladič, aby oteplení bylo minimální. Ampérmetr na výstupu stačí pro běžnou potřebu s rozsahem do 400 mA. Budeme-li odebírat menší proudy a nabíjet jiné akumulátory, můžeme udělat přepínatelné rozsahy.

Máme-li v úmyslu nabíjet olověné akumulátory, bude třeba změnit D_2 , odpor R_3 , popř. jednotlivé odpory v přepínači včetně R_4 a R_5 . Tranzistor T_1 může mít stálý maximální ztrátový výkon s patřičným chlazením 10 W, proto z popsaného přístroje nelze odebírat více než 0,5 A. Zenerovu diodu D_2 musíme složit z několika kusů, nejlépe 7NZ70 a 1NZ70 nebo 2NZ70, abychom dosáhli Zenerova napětí 20 V. Obě diody bude třeba umístit každou zvlášť na hliníkový chladič o ploše 60×60 mm. Na chladič zvolíme plech tloušťky 2 mm.

Zásadně je možné osadit přístroj levnějšími germaniovými tranzistory p-n-p. V tom případě změníme polaritu diod, elektrolytických kondenzátorů a výstupního napětí, T_1 může být některý z typů 3 až 7NU74, T_2 GC500 až 502 nebo GC507, 508.

Dioda D_3 v kladné větvi výstupního napětí slouží k tomu, aby se po skončení nabíjení připojený akumulátor nevybíjel přes měřidlo a obvody zařízení. Dioda D_3 má být germaniová.

Měřicí přístroje

[Elektronický přepínač k osciloskopu]

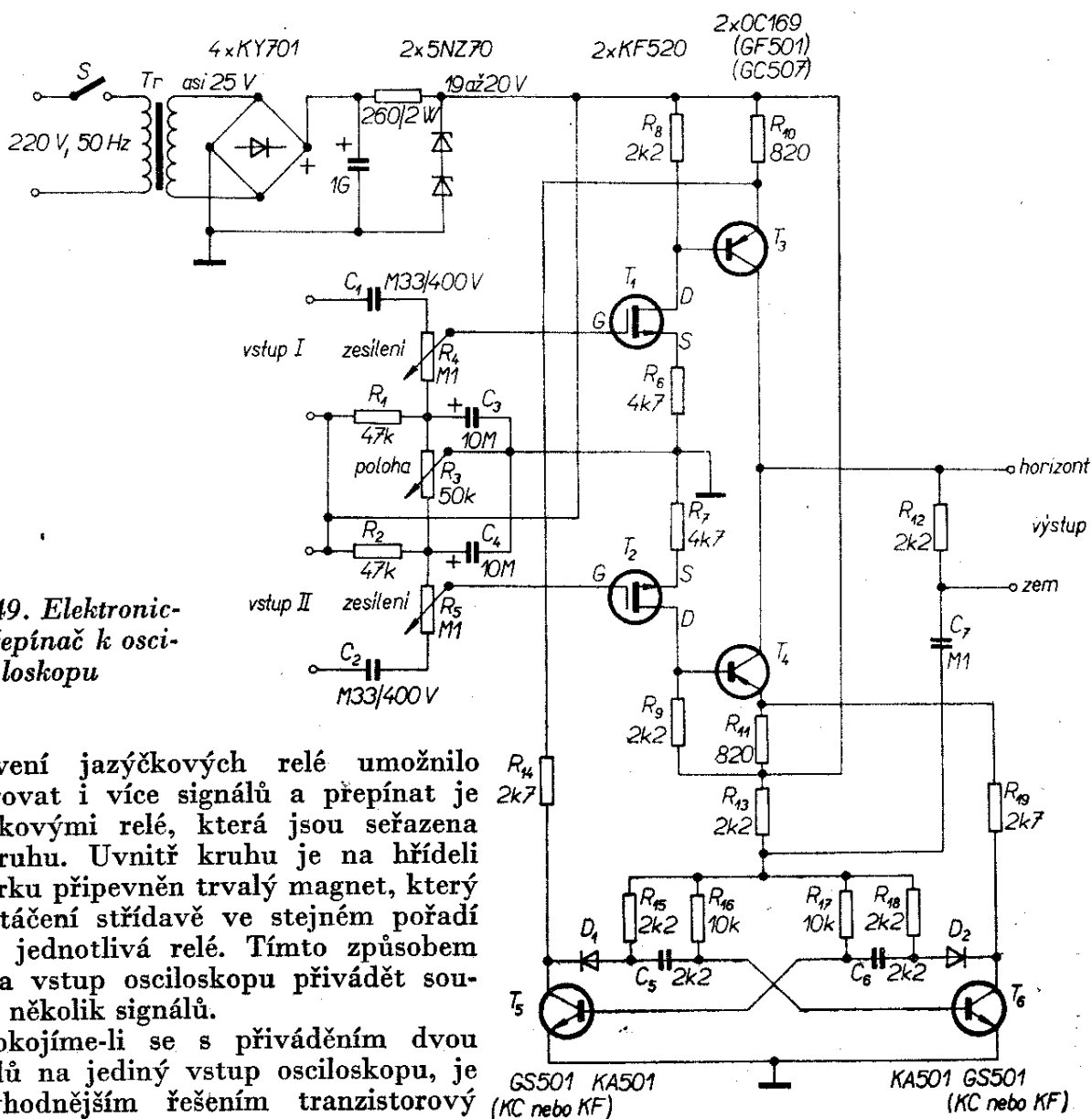
Pochybuji, že by některý amatér měl ve své dílně dvoupaprskový osciloskop, protože i jednopaprskový představuje dost velkou investici. Přitom se však osciloskop stává stále více nepostradatelným pomocníkem, protože jevy, které bychom museli zjišťovat pracným a zdoluhavým měřením (pokud by to vůbec bylo možné), pozorujeme na osciloskopu bezprostředně. Nedostatkem jednopaprskového osciloskopu je, že můžeme

pozorovat jen jeden probíhající jev, takže nemáme možnost přímého srovnání dvou signálů.

K odstranění tohoto nedostatku byly vypracovány různé metody spočívající v tom, že dva rychle se střídající signály přivádíme na vstup osciloskopu a vlivem nedokonalosti našeho zra-ku (jako při promítání filmu v bio-grafu) vidíme oba signály na obrazovce současně. Nejprimitivnějším způsobem je přepínání pomocí polarizovaného relé, které má malý zdvih a je napájeno síto-vým napětím, takže získáme přepínací kmitočet 50 Hz. Dokonalejší způsob, který se ve starších přístrojích dodnes používá, je elektronkový multivibrátor.

přepínač, který je malý a pracuje nejen spolehlivě, ale také bezhlučně.

Existují různé konstrukce elektro-nických přepínačů s různými počty tran-zistorů (od 4 do 6 i více), jejich funkce je však v podstatě stejná. Hlavní částí je multivibrátor, který vyrábí napěťové impulsy obdélníkovitého průběhu. V ryt-mu kmitočtu multivibrátoru se střídavě otevírá jeden nebo druhý vstupní tran-zistor, přes který se přivádějí signály na vstup osciloskopu. K multivibrátoru může být připojen ještě další zesilovací stupeň, popřípadě filtrační obvod pro dokonalé oddělení signálů. Úpravou vstupního obvodu dosáhneme menšího nebo většího vstupního odporu, který

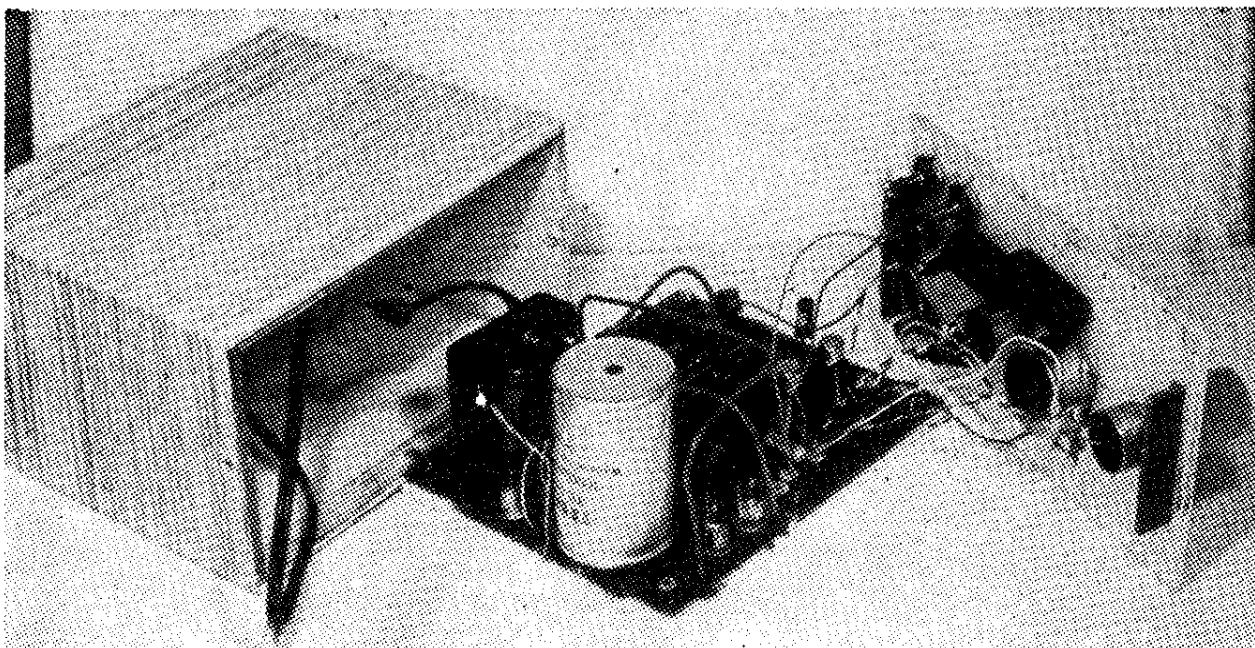


Obr. 49. Elektronický přepínač k osciloskopu

Objevení jazýčkových relé umožnilo pozorovat i více signálů a přepínat je jazýčkovými relé, která jsou seřazena do kruhu. Uvnitř kruhu je na hřídeli motorku připevněn trvalý magnet, který při otáčení střídavě ve stejném pořadí spíná jednotlivá relé. Tímto způsobem lze na vstup osciloskopu přivádět současně několik signálů.

Spokojíme-li se s přiváděním dvou signálů na jediný vstup osciloskopu, je nejvýhodnějším řešením tranzistorový

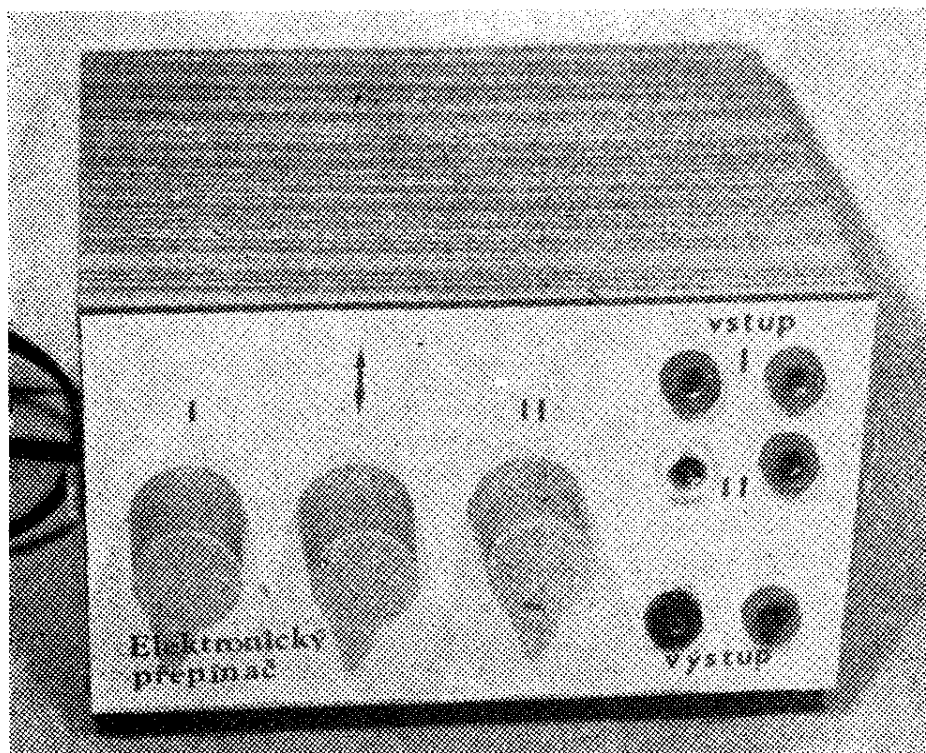
GS501 KA501 (KC nebo KF) KA501 GS501 (KC nebo KF)



Obr. 51. Jednotlivé části elektronického přepínače k osciloskopu

Pro správnou funkci přístroje je velmi důležitý chod multivibrátoru. Se součástkami uvedenými na obr. 49 pracuje na kmitočtu kolem 80 kHz. Zdánlivě lze tohoto kmitočtu dosáhnout i s nf tranzistory, ale v zapojení nechtěly ani tranzistory s mezním kmitočtem o několik řádů vyšším nasadit kmity. Např. tran-

zistory 156NU70 kmitaly jen po doteku apod. Proto bude vhodné použít vf tranzistory, nejlépe křemíkové (pro lepší tepelnou stabilitu) a párované. Zmenšením kapacity kondenzátorů C_5 a C_6 je možné dosáhnout i mnohem vyššího kmitočtu, v tom případě však bude třeba měnit i pracovní bod kmitajících tranzistorů



Obr. 52. Celkový vzhled elektronického přepínače k osciloskopu

změnou R_{16} a R_{17} . Čím vyšší je kmitočet multivibrátoru, tím lepší bude kvalita obrazu. Dvojice přepínacích tranzistorů jsou také párovány. Pro symetrii vstupu by bylo správné párovat i oba tranzistory MOS. Použil jsem však dva kusy KF520 bez měření a srovnání a pracovaly uspokojivě. Jejich odlišnost se kompenzuje odpory R_4 , R_3 a R_5 , jimiž přizpůsobujeme v určitých mezích i velikost obou signálů, popř. jejich vzájemnou vzdálenost na obrazovce.

Zdroj stačí nejmenší a můžeme jej vestavět přímo do přístroje, nebo zvolit napájení z vnějšího zdroje. Můžeme vypustit i Zenerovy diody; napětí napájecího zdroje se může pohybovat od 16 do 20 V. Spotřeba přístroje se pohybuje kolem 15 až 20 mA.

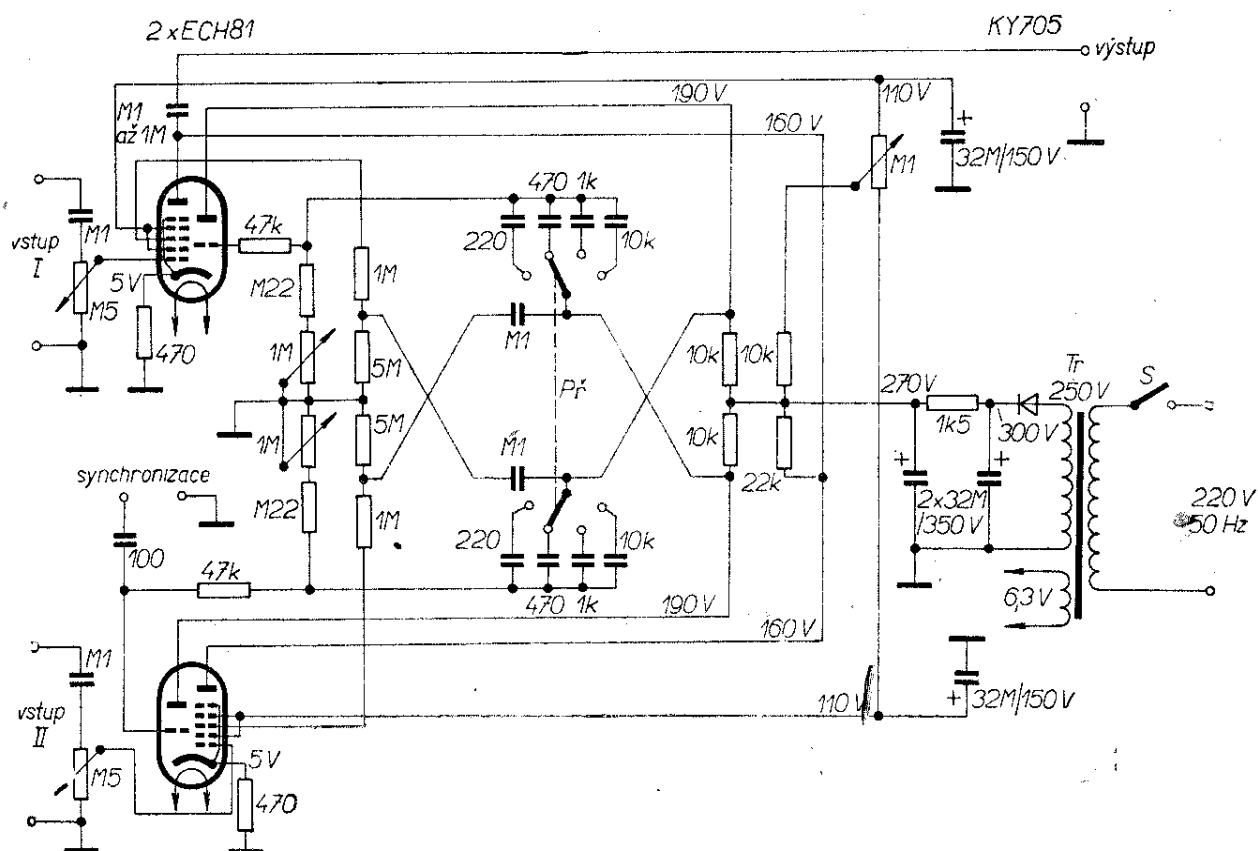
Všechny součástky kromě zdroje a regulačních obvodů vstupu jsou na destičce s plošnými spoji o rozměrech 100×70 mm (obr. 50).

Celý přístroj i se zdrojem (obr. 51) se vešel do krabice o rozměrech $140 \times 140 \times 80$ mm, slepené z polystyrenových desek. Krabice je polepena samo-

lepící tapetou, nápisy jsou zhotoveny suchými obtisky Propisot (obr. 52).

Při stavbě zařízení postupujeme tak, že funkci multivibrátoru ověříme nejprve na osciloskopu. Po připojení zdroje přivádíme signál na vstup horizontálního zesilovače osciloskopu při vhodné volbě časové základny – na obrazovce se objeví obdélníkovité impulsy. Při časové základně 50 Hz se obdélníky nedají rozlišovat a tvoří souvislý pás. Přepínáním časové základny se obdélníky stávají zřetelnými. Přivedeme-li signál na vstup přepínače, objeví se na poli obdélníků signál, jehož velikost a polohu upravíme již popsaným způsobem.

Pro některé zájemce bude snadnější stavba elektronického přepínače s elektronkami. Jeho cena bude také podstatně nižší než přepínače tranzistorového. Podstata a funkce přístroje zůstávají stejné. Nízkofrekvenční multivibrátor, který je nastavitelný od 30 Hz do 20 kHz, vyrábí impulsy obdélníkovitého průběhu. V rytmu multivibrátoru se otevírá vstup *I* nebo *II* a dva navzájem oddělené signály se střídavě přivádějí na vstup oscilosko-



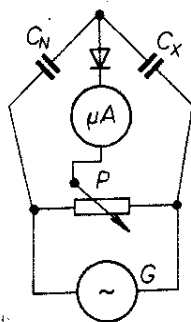
Obr. 53. Přepínač k osciloskopu s elektronkami

pu. Současně dodává elektronický přepínač osciloskopu i synchronizační impulsy; proto musí být osciloskop nastaven na vnější synchronizaci.

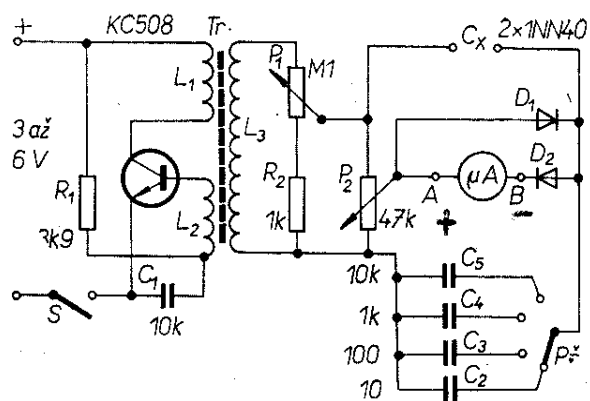
Na obr. 53 je úplné schéma přístroje, který je osazen dvěma elektronkami ECH81. Triody pracují ve funkci multi-vibrátoru, pentody jako zesilovače a přepínače. Zapojení nemá žádné zvláštnosti. Vstupními potenciometry se řídí velikost vstupních signálů, potenciometry 1 MΩ vzájemná poloha signálů na obrazovce. Ostatní údaje jsou ve schématu.

Jednoduchý přístroj k měření malých kapacit

Po starověku, středověku, novověku a nejnovějším věku nadešel věk konvertorový, vyznačující se stavbou konvertorů. Tato éra přinesla nové problémy měření – a to v masovém měřítku. Kromě téměř hamletovské otázky, bude-li kmitat nebo nebude, jsou potíže i s měřením kondenzátorů s malou kapacitou, prakticky od jednoho pF. Byly již popsány různé přístroje i metody měření, přesné i méně přesné, u velmi malých kapacit jsou však rozsahy velmi stěsnané a tím i málo přesné. Popsaný přístroj má tu přednost, že jeho první rozsah je od 1 do 10 pF (přesáhne však až do 100 pF), druhý 10 až 100 (1 000) pF, třetí 100 až 1 000 pF (10 nF) a čtvrtý 1 000 pF až 0,1 μ F (0,47 μ F). Začátek a konec rozsahu se překrývají, což je výhodné. První rozsah má vzhledem k parazitním kapacitám odlišnou stupnici, další rozsahy mají stupnici společnou. Normálové kondenzátory musí být vybrány přesným měřicím přístrojem tovární



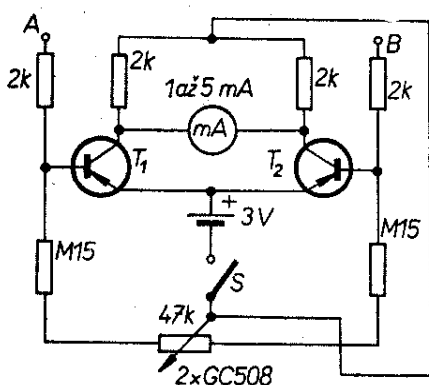
Obr. 54. Můstkové zapojení pro měření kondenzátorů



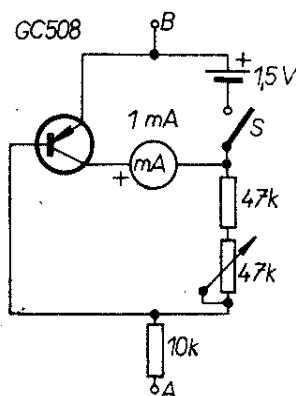
Obr. 55. Přístroj pro měření kapacit se čtyřmi rozsahy

výroby, stejně je třeba postupovat i při cejchování. Přesnost měření na přístroji může být asi 5 až 10 %; to závisí na přesnosti stupnice potenciometru P_2 a na výběru normálových kondenzátorů C_2 až C_5 .

Neznámé kondenzátory měříme nulovou metodou v můstkovém zapojení podle obr. 54. Můstek napájíme střídavým napětím vyššího kmitočtu (asi 10 až 20 kHz.) Ve dvou sousedních větvích můstku je zapojen normálový kondenzátor C_N a měřený kondenzátor C_X . Jsou-li oba kondenzátory stejné, je běžec potenciometru P přesně uprostřed své dráhy a dělí odpor potenciometru na dvě stejné poloviny, které tvoří dvě větve můstku. Úhlopříčkou můstku, v níž je zapojeno měřidlo, v tom případě neteče žádný proud. Liší-li se měřený kondenzátor od normálu, protéká úhlopříčkou můstku proud a ručka měřidla ukazuje výchylku. Potenciometrem otáčíme tak dlouho, až můstek vyrovnáme, aby ručka měřidla opět ukazovala nulu. (Na prvním rozsahu přístroje podle obr. 55 bude ručka měřidla ukazovat malou výchylku i při vyrovnaném můstku, protože diody D_1 a D_2 se otevírají při několika desetinách V). V této poloze pak čteme na stupnici potenciometru P_2 kapacitu měřeného kondenzátoru. Při cejchování postupujeme tak, že na přesném přístroji předem změříme sadu kondenzátorů a na našem přístroji jejich kapacitu vyznačíme na stupnici potenciometru při vyrovnaném můstku. Stačí ocejchovat jen dva rozsahy – první s kondenzátory 1 až 100 pF (nejlépe podle řady E12 nebo E24) a některý



Obr. 56. Připojení méně citlivého měřidla k přístroji pro měření kapacit



Obr. 57. Jiný způsob připojení méně citlivého měřidla k přístroji pro měření kapacit z obr. 55

další; značení bude platit i na ostatních rozsazích. Pro kontrolu všech dalších stupnic změříme jen několik kondenzátorů. Měřidlo v úhlopříčce můstku má být citlivé, alespoň $200 \mu A$, lépe však $50 \mu A$. Použijeme-li měřidlo $200 \mu A$, bude výhodnější pracovat s větším napětím, které získáme tak, že na cívku L_3 navijeme dvojnásobný počet závitů.

Celkové zapojení přístroje je na obr. 55. Generátor je jednoduchý tranzistorový měnič, který dává sekundární napětí kolem 15 V při kmitočtu 10 až 15 kHz. Tranzistor může být libovolný typ, bude však výhodnější použít křemíkový. Napájecí i výstupní napětí generátoru může kolísat, funkce a přesnost přístroje tím není ovlivněna. Transformátor měniče může být ve feritovém hrníčku o \varnothing 20 mm nebo na feritovém jádře E se středním sloupkem 5×5 mm apod. Cívka L_1 má 50 z, L_2 150 z, L_3 400 z drátu o \varnothing 0,15 mm.

Kdyby tranzistor nechtěl kmitat (to poznáme připojením měřidla na vývody L_3), přehodíme vývody L_1 nebo L_2 , popřípadě změníme odpor R_1 . Potenciometrem P_1 regulujeme napětí můstku, P_2 je měřicí potenciometr.

Přístroj můžeme napájet napětím od 3 do 9 V, odběr se bude pohybovat od 20 do 100 mA. Krabice musí být z ocelového plechu, aby oscilátor nevyzařoval harmonické a neovlivňoval přesnost měření. Spoje k normálovým kondenzátorům (především k C_2) a ke svorkám jsou z tlustšího tvrdého drátu, abychom zmenšili jejich vlastní kapacitu

a aby se během doby jejich vzájemná poloha nezměnila.

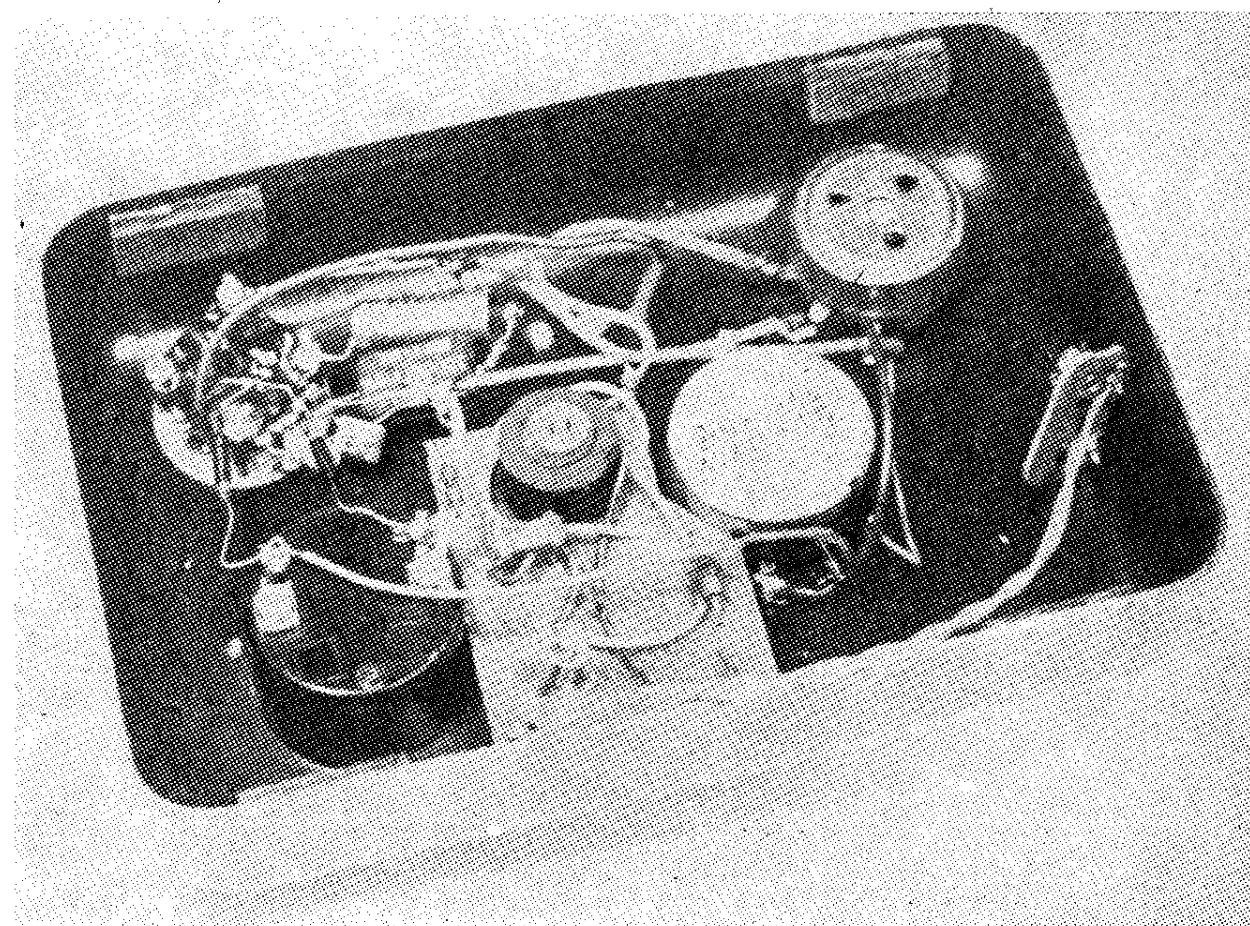
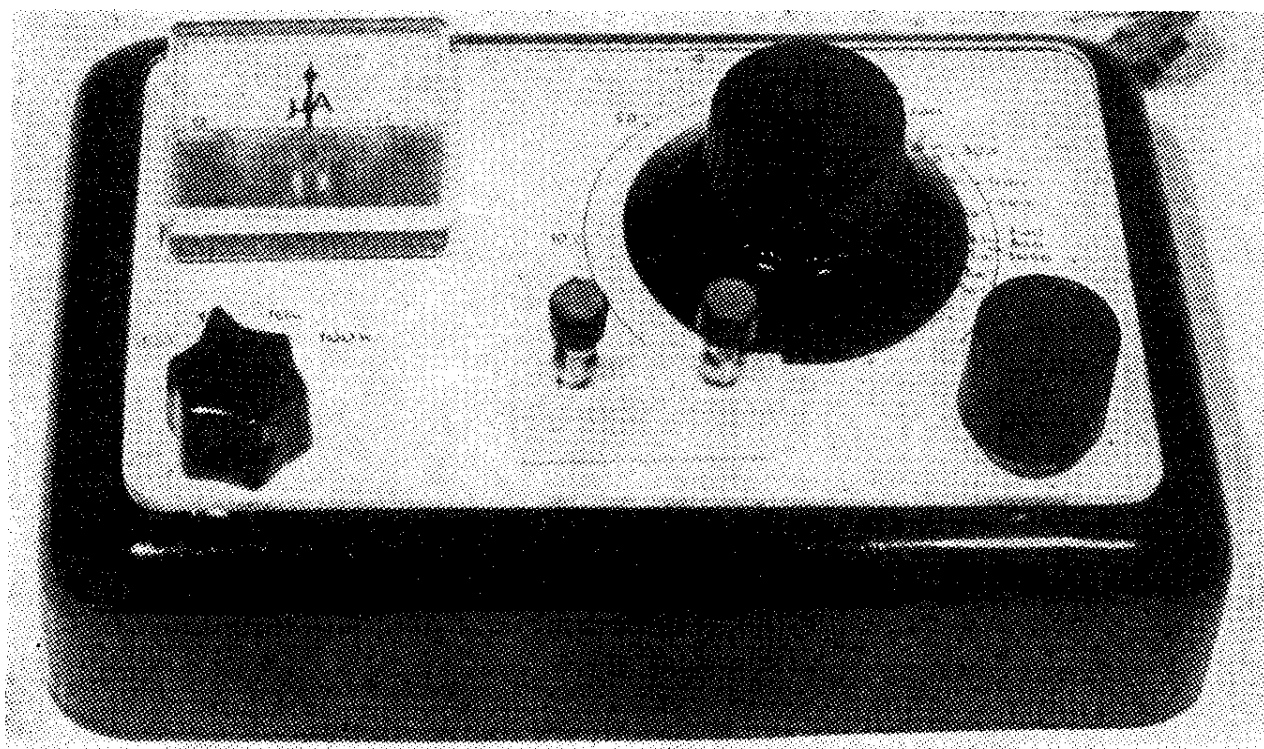
Komu by se nelíbilo měřidlo staršího typu DHR3, může je minimálním nákladem tak „zmodernizovat“, že bude k nerozeznání od nového typu MP40. Kryt měřidla odejmeme a panel měřidla, na němž leží stupnice, opatrně zmenšíme asi o 1 až 1,5 mm na každé straně tak, aby pevně „seděl“ v novém průhledném předním krytu MP40, který je k dostání asi za Kčs 3,70 v prodejně Metra Blansko v Praze, Křížovnická ul.

Měřidlo však nemusíme do přístroje vůbec vestavět; můžeme jen vždy při měření připojit citlivé měřidlo nebo galvanometr.

Nemáme-li dostatečně citlivé měřidlo, můžeme použít měřidlo s rozsahem 1 až 5 mA, které připojíme k můstku podle obr. 56 nebo 57 v bodech označených písmeny A a B. Jsou to vlastně jednoduché zesilovače, které ovšem musíme napájet ze zvláštního zdroje. V zapojení podle obr. 56 mají být tranzistory párovány. Je možné použít libovolné tranzistory, které mají zesílení alespoň 40 až 50 a minimální proud I_{C0} . Proto by bylo výhodnější použít i v tomto případě křemíkové tranzistory n-p-n (samozřejmě při změně polarity zdroje a měřidla).

Konečné uspořádání přístroje je zřejmé z obr. 58 a 59.



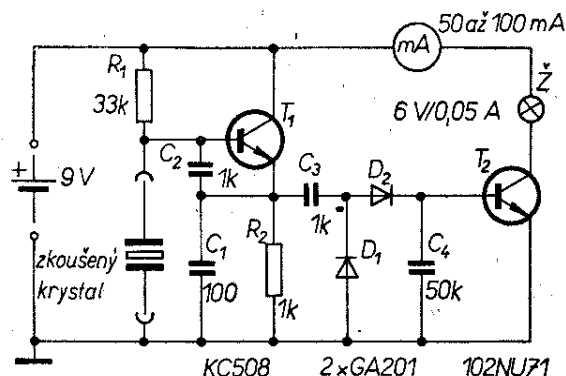


Obr. 58, 59. Celkový vzhled čtyřrozsahového měřiče kapacit a uspořádání součástek

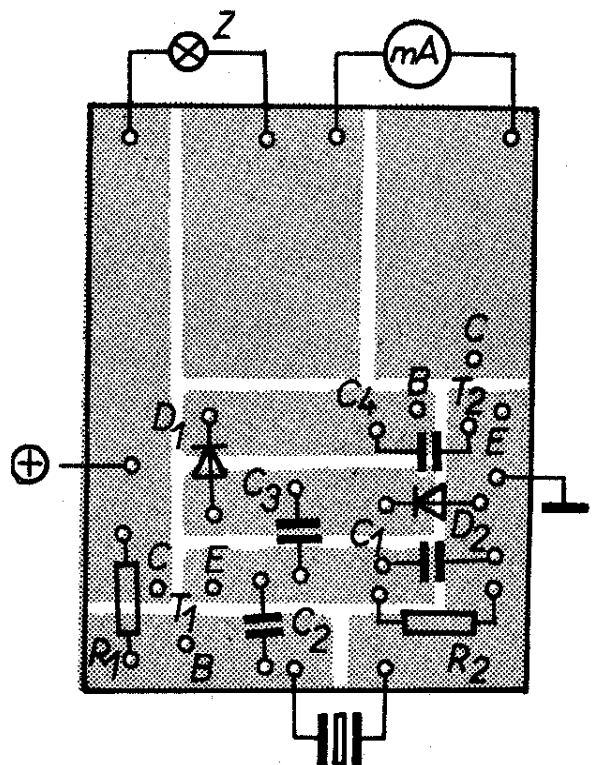
Zkoušeč křemenných krystalů

Stavíme-li nějaké zařízení, v němž je křemenný krystal, a zapojení při prvních zkouškách nepracuje, nevíme, je-li závada v zapojení nebo v součástkách. Po vlastních smutných zkušenostech, kdy jsem poměrně komplikované zařízení několikrát rozebral, měřil a zkoušel všechny součástky kromě krystalu, na nějž jsem neměl nejmenší podezření (ani možnost jej změřit), jsem postavil jednoduchý zkoušeč krystalů, který spolehlivě ukáže, kmitá-li krystal nebo ne. Jednoduchým zapojením krystalu do zkoušeče se podle svitu žárovky nebo výchylky ručky měřidla snadno přesvědčíme, je-li krystal v pořádku.

Přístrojem lze zkoušet krystaly přibližně od 1 MHz do 100 i více MHz. Chceme-li zkoušet krystaly pod 1 MHz, bude třeba zvětšit kapacitu kondenzátoru C_1 . Zapojení přístroje je na obr. 60. Neladěný Colpittsův oscilátor s T_1 je řízen zkoušeným krystalem. Je-li krystal v pořádku, tranzistor kmitá a na R_2 je malé střídavé napětí (několik voltů). Toto napětí usměrníme a zdvojíme diodami D_1 a D_2 a přivádíme do báze tranzistoru T_2 , který pracuje jako stejnosměrný zesilovač. Tranzistor T_2 se otevře a žárovka v jeho kolektorovém obvodu se rozsvítí. V sérii se žárovkou je zapojeno měřidlo 100 mA, které však můžeme vynechat – k indikaci stačí samotná žárovka. V blízkosti hranice, kdy již oscilátor „neochotně“ kmitá (zvláště při nižších kmitočtech), je napětí na R_2 menší a žárovka svítí slaběji. Tranzistor T_1 má být vysokofrek-



Obr. 60. Zapojení zkoušeče křemenných krystalů

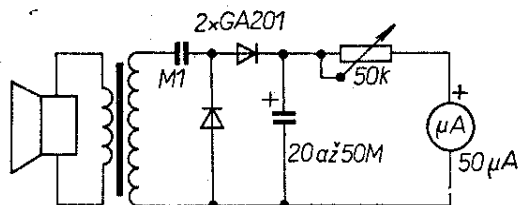


Obr. 61. Destička s plošnými spoji zkoušeče křemenných krystalů (Smaragd F08)

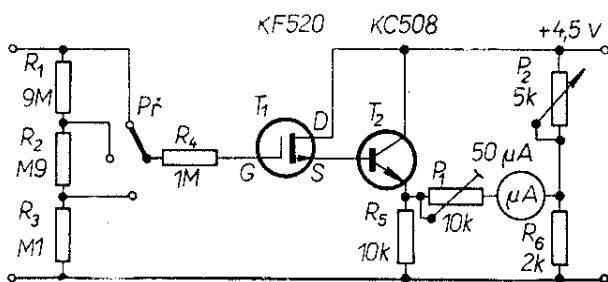
venční křemíkový tranzistor, schopný kmitat na kmitočtu alespoň 150 až 200 MHz nebo i více; T_2 může být nízkofrekvenční. Celý přístroj je postaven na destičce s plošnými spoji o rozměrech 50×40 mm (obr. 61). Protože přístroj nepoužíváme příliš často, je zdroj vnější a připojuje se jen při měření. Napětí může být 9 až 12 V podle toho, jakou použijeme žárovku.

Jiné měřiče

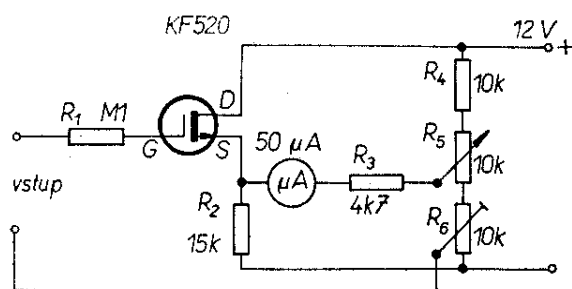
Na obr. 62 je schéma velmi jednoduchého zapojení pro měření hladiny hluku. Přístroj najde všestranné použití



Obr. 62. Jednoduché zapojení pro měření hladiny hluku



Obr. 63. Jednoduchý třírozsahový voltmetr se vstupním odporem 10 MΩ



Obr. 64. Jiná varianta jednoduchého voltmetru s tranzistorem MOS

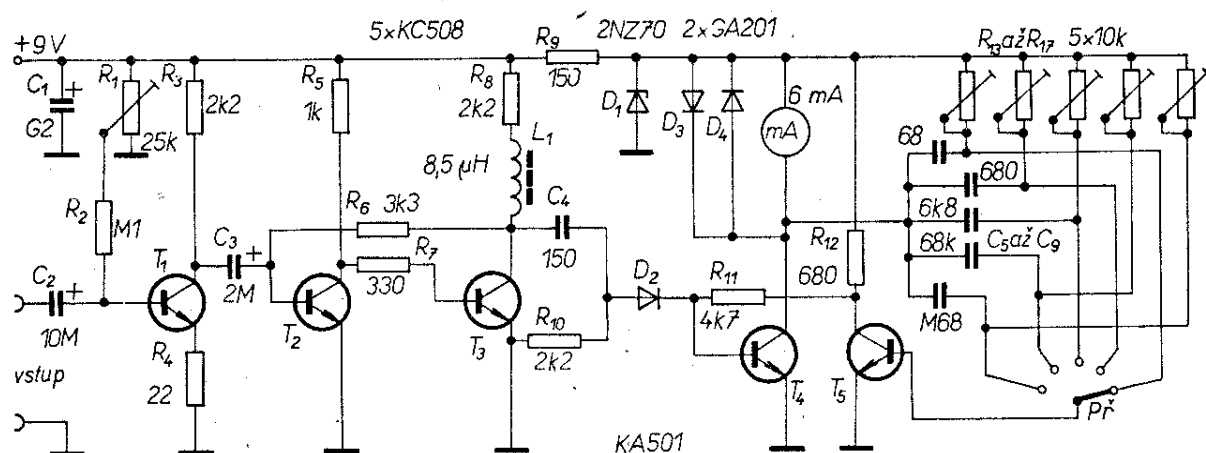
při kontrole síly hluku, zvuku, potlesku apod. Ve spojení s elektronickým relé může ovládat i servomechanismy, které zapne nebo vypne; zeslabuje nebo zesiluje zdroj zvuku nebo hluku. Vstupní obvod tvoří převodní transformátor, v jehož primárním obvodu je zapojen reproduktor s impedancí 4 až 8 Ω. Primární vinutí má 30 až 50 z drátu o \varnothing 0,2 mm. Sekundární vinutí má 6 000 až 10 000 z drátu o \varnothing 0,08 až 0,1 mm, abychom získali co největší vstupní napětí. Jádru transformátoru bude stačit M12. Napětí na sekundární straně zdvojujeme. Kondenzátor stabilizuje polohu ručky měřicího přístroje. Potenciometrem můžeme regulovat citlivost.

Na tranzistorových zařízeních vyžadujeme, aby – pokud je to možné – měřidlo vlastní spotřebou neovlivňovalo obvody. U moderních přístrojů se proto na vstupu voltmetrů používají tranzistory řízené polem, které mají vstupní odpor řádově větší než desítky MΩ. Tyto přístroje jsou v nejrůznějším prove-

dení od nejjednodušších až po laboratorní. Obr. 63 ukazuje velmi jednoduchý voltmetr, který má rozsahy 0,5, 5 a 50 V při vstupním odporu 10 MΩ. Odporovým trimrem P_1 nastavujeme citlivost přístroje, P_2 slouží k nastavení nuly.

Další jednoduché zapojení na obr. 64 používá jeden tranzistor typu MOS. Vstupní dělič může být podobný jako u předcházejícího zapojení. Potenciometrem R_5 se nastavuje nula, R_6 slouží k nastavení citlivosti vstupu. Můstkové zapojení zajišťuje dobrou stabilitu přístroje.

Na obr. 65 je měřič kmitočtu s pěti rozsahy: 1 až 30 Hz, 10 až 300 Hz, 100 Hz až 3 kHz, 1 kHz až 30 kHz, 10 kHz až 300 kHz. Výhodou tohoto zapojení je, že jednotlivé rozsahy se vzájemně překrývají, což umožňuje přesnější čtení. Minimální vstupní napětí je velmi malé – 35 mV, takže lze měřit i kmitočet velmi málo výkonných obvodů. Protože v přístroji je použito poměrně velmi málo citlivé měřidlo (6 mA), má mít vstupní



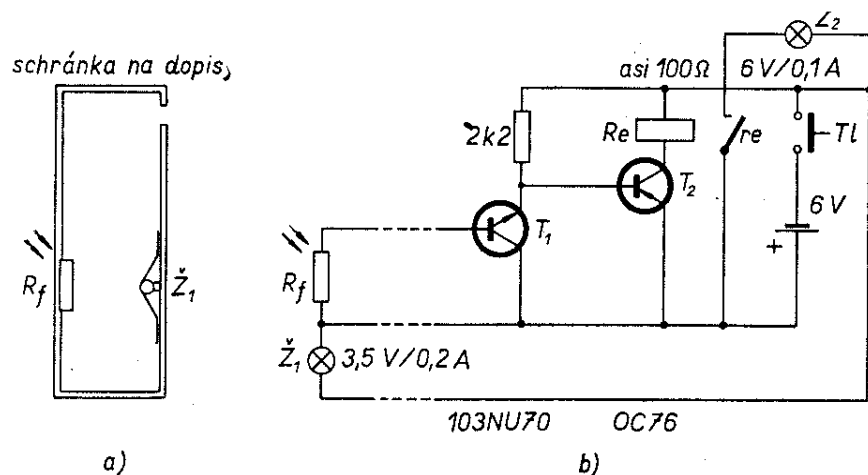
Obr. 65. Schéma měřiče kmitočtu s pěti rozsahy

První tranzistor pracuje jako zesilovač, který řídí následující klopný obvod. Jeho překlápěním v rytmu vstupního kmitočtu vznikají obdélníkovité impulsy, které jsou přivedeny filtrem RC (C_4 , R_{10}) na D_2 a řídí monostabilní multivibrátor T_4 , T_5 . Na kondenzátorech je napětí a ručka měřidla ukáže přiměřenou výcaylku. Stupnice přístroje je lineární a cejchujeme ji na jednotlivých rozsazích odporovými trimry R_{13} až R_{17} .

Domácnost radioamatéra (vlastně již samotný název radioamatér nevystihuje charakter jeho činnosti, protože ji zužuje jen na rozhlas a to je dnes již jen malá část jeho práce) dává tak široké pole působnosti, že to již pomalu ani není možné zvládnout. Různá zařízení pro automatizaci v samotné domácnosti, u rozmanitých spotřebičů a v autě tvoří široký okruh zájmů a stále se objevují nové a nové nápady. Pokrok jde kupředu mílovými kroky a my se snažíme s ním držet krok – někdy s „vyplazeným jazykem“ a kapsou obrácenou naruby (díky vskutku „lidovým“ cenám polovodičových prvků). K tomuto běhu o závod chci přispět několika praktickými náměty.

Princip zařízení je velmi jednoduchý. Podle obr. 66a je ve schránce na jedné straně umístěna žárovka Z_1 , na druhé straně fotoodpor R_f . Zapneme-li přístroj (obr. 66b) spínačem z bytu, rozsvítí se žárovka a relé nepřitáhne, protože tranzistor T_2 je uzavřen. Při vhození dopisu do schránky je fotoodpor i při rozsvícení žárovky zastíněn, takže tranzistor T_2 se otevře a relé spíná signální světlo. Znamená to, že ve schránce je pošta a že si ji máme jít vyzvednout.

Největším problémem je spojení schránky s bytem. Potřebujeme třídrátové vedení, proto se hodí plochý třípramenný telefonní vodič, neboť žárovku i fotoodpor musíme napájet ze zdroje umístěného v bytě. Podle obr. 66a umístíme žárovku ve dveřích schránky tak, aby nemohla zachytit dopadající dopis, fotoodpor bude naproti. Přístroj je stále vypnut a zapíná se tlačítkem T_1 . Je-li žárovka \dot{Z}_1 zastíněna, má fotoodpor velký odpor, T_1 je uzavřen, T_2 otevřen, kotva relé přitažena a jeho kontakty spínají signální žárovku \dot{Z}_2 , která oznamuje, že ve schránce je pošta. Není-li žárovka \dot{Z}_1 zastíněna, má osvětlený fotoodpor R_f malý odpor, T_1 se otevírá a uzavírá T_2 , žárovka \dot{Z}_2 nesvítí – schránka



**Obr. 66. Přístroj
pro kontrolu obsahu
poštovní schránky**

je prázdná. Podle délky a tím i odporu vedení můžeme zmenšit napájecí napětí ze 6 V na 4,5 V nebo zaměnit žárovky Z_1 a Z_2 . Fotoodpor stačí běžný (i bazarové jakosti). Ve schránce jej musíme umístit tak, aby jej nemohlo ovlivnit okolní světlo.

Hlídač plynového hořáku

Stačí jen sledovat „černou kroniku“, aby člověk viděl, kolik tragických neštěstí působí neopatrnost při zacházení s plynem. Obvykle se stává, že hořák z nějakých důvodů zhasne (snížení tlaku, voda varem přetekla a zhasla plamen, porucha „věčného plamínku“ apod.) a plyn uchází dál.

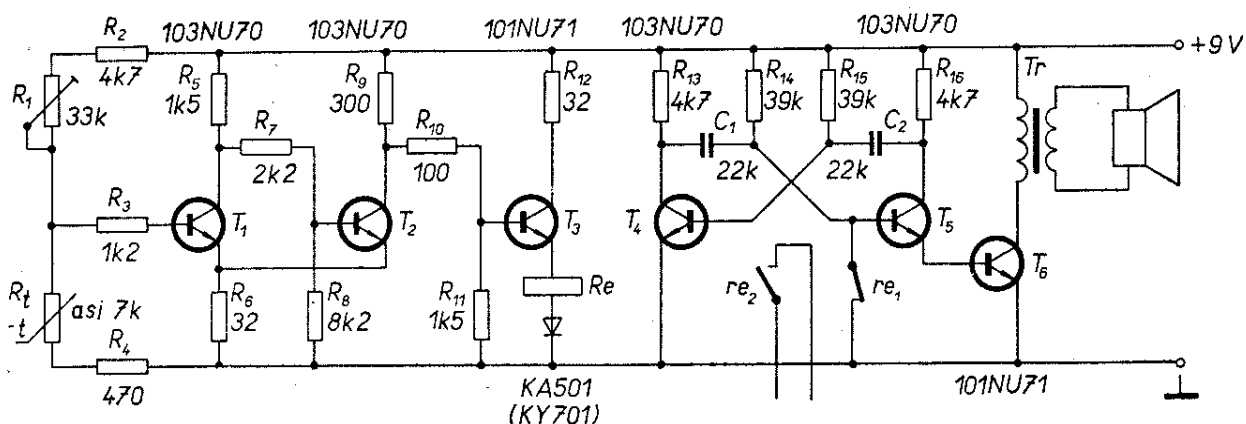
S nevelkým nákladem můžeme postavit přístroj (obr. 67), který bezpečně ohlásí (zvukem nebo opticky, popřípadě obojím způsobem), je-li třeba i do jiné místnosti, že plamen zhasl a plyn pravděpodobně uchází.

Princip činnosti přístroje je jednoduchý. Poblíž hořícího plamene je umístěn termistor. Přístroj se zapíná při zapálení plamene (hlídá-li tzv. věčný plamen u modernějších sporáků, karmy, plynové ledničky apod., je zapnut stále), aby sálavé teplo hořícího plynu ohřívalo termistor. Odpor termistoru se ohřátím prudce zmenší a uvede koncový stupeň přístroje do klidového stavu. Zhasne-li plamen, odpor termistoru se během několika vteřin zvětší na původní velikost, rovnováha přístroje se poruší, koncový

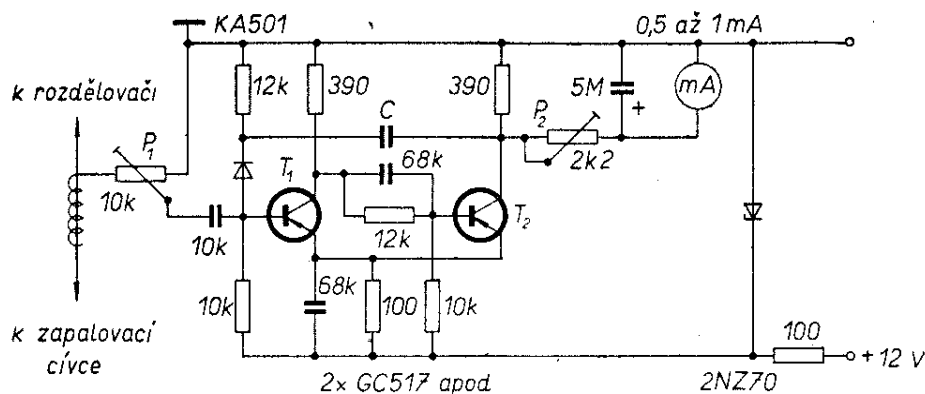
tranzistor T_3 se otevře, vinutím relé Re prochází proud a kontakty re_2 spínají varovný optický nebo jiný signál. Klidové kontakty relé re_1 se současně rozpojí a uvedou do činnosti multivibrátor, který dodává varovný tón do reproduktoru.

Než si podrobněji popíšeme konstrukci tohoto přístroje, chci upozornit na problém umístění čidla. Hlídá-li přístroj „věčný plamen“ u karmy, ledničky apod., je to jednoduché: přístroj je stále zapnutý a je v pohotovosti. Horší to bude u několika plynových hořáků plynového sporáku. Můžeme udělat jedno čidlo, které budeme přemísťovat k jednotlivým zapáleným hořákům. Co však když zapálíme současně dva, tři nebo dokonce čtyři hořáky? Bylo by možné tento problém řešit se čtyřmi termistory zapojenými do série s možnostmi jednotlivé vyřadit nebo nahradit běžnými odpory, to by však znamenalo komplikaci. Bude-li třeba, je lépe postavit samostatné hlídače, třeba bez multivibrátoru.

Termistor je perličkový typ 12NR15, který má odpor při pokojové teplotě kolem 5 až 8 k Ω . Je to skleněná trubička o \varnothing 5 mm a délce 100 mm, v jejíž špičce je zataveno termistorové tělísko. Termistor umístíme do kovové trubičky nebo krabičky, jejíž stěny jsou perforovány, přitom však bezpečně chrání termistor před mechanickým poškozením. Kryt s termistorem umístíme tak, aby se jej plamen nedotýkal, ale aby se krabička ohřívala jen jeho sálavým teplem.



Obr. 67. Hlídač plynového hořáku



Obr. 68. Tranzistorový otáčkoměr do automobilu

Po umístění termistoru zapálíme plamen a přístroj zapneme. Termistor má vlivem tepla malý odpor a T_1 je uzavřen, protože na jeho bázi je záporné napětí. Spolu s T_2 tvoří Schmittův klopný obvod, takže T_2 je otevřen a uzavírá T_3 . Relé v emitorovém obvodu T_3 je v klidovém stavu. Relé má jeden pár pracovních a jeden pár klidových kontaktů. V klidovém stavu jsou kontakty re_1 sepnuty – tím je vyřazen z činnosti multivibrátor. Oddálíme-li termistor od plamene, zvětší se jeho odpor během několika vteřin na původní velikost. Schmittův obvod překlápí, T_3 se otevře a relé přitáhne (okamžik přitažení nastavujeme trimrem R_1). Multivibrátor začne pracovat a jeho signál po zesílení slyšíme z reproduktoru. Současně relé sepne pracovní kontakty re_2 , které mohou spínat jiné signální zařízení, umístěné na jiném, vzdálenějším místě. Poplašný signál se vypíná odpojením zdroje. Celé zaří-

zení je velmi jednoduché, na součástky nejsou kladeny žádné zvláštní nároky. Jedině termistor je choulostivým prvkem. V žádném případě jím nesmí protékat proud větší než 1 mA, raději však ještě méně. Relé má mít odpor cívky od 200 Ω výše, aby spínalo již při 6 až 7 V. Transformátor Tr vyhoví jakýkoli výstupní, primární vinutí má kolem 400 až 600 z drátu o \varnothing 0,1 mm, sekundární 30 až 50 z drátu o \varnothing asi 0,3 mm. Reproduktoř může být libovolný. Napájení bude nejvýhodnější ze síťového zdroje (stačí dimenzovat na odběr 100 mA). Přístroj umístíme do dostatečné vzdálenosti od plamene a s termistorem jej propojíme delším vodičem.

Otáčkoměr pro motorová vozidla

Otáčkoměry nejsou do automobilů běžně montovány. Dají se však postavit s poměrně nevelkým nákladem a insta-

Tabulka kapacit kondenzátoru C podle typu motoru

Motor	Počet válců	Kapacita C [μF] při maximální rychlosti otáčení motoru [ot/min]				
		3 000	4 000	5 000	6 000	8 000
dvoudobý	1	1,22	1,0	0,68	0,68	0,47
	2	0,68	0,47	0,33	0,33	0,22
	3	0,47	0,33	0,22	0,22	0,15
čtyřdobý	1	2,47	1,68	1,47	1,22	1,22
	2	1,22	1,0	0,68	0,68	0,47
	4	0,68	0,47	0,33	0,33	0,22
	6	0,47	0,33	0,22	0,22	0,15

lovat bez sebemenšího zásahu do motoru nebo zapalování. Řidiči umožní takové jednoduché zařízení neustálou kontrolu rychlosti otáčení motoru.

Zařízení na obr. 68 se skládá z astabilního multivibrátoru, který je řízen napětím, indukovaným z vysokonapěťových zapalovacích impulsů. Na přívodní kabel od zapalovací cívky do rozdělovače navineme asi 6 až 10 závitů zvonkového izolovaného drátu. Jeden konec zůstává volný, druhý vedeme k odporovému trimru P_1 , jímž nastavíme velikost indukovaného napětí tak, aby otevíralo T_1 . Přes T_2 se pak nabíjí kondenzátor C a měřidlo ukáže integrovanou úroveň náboje. Náboj kondenzátoru je úměrný počtu zapalovacích impulsů, jejichž počet je opět závislý na rychlosti otáčení motoru. Velikost kondenzátoru určíme podle tabulky. Přístroj cejchujeme továrním přístrojem, výchylku ručky měřidla regulujeme odporovým trimrem P_2 . Protože přístroj pracuje v prostředí, kde teplota dosahuje až několika desítek stupňů Celsia, bude výhodnější zvolit k jeho osazení křemíkové tranzistory.

Vícehlasý klakson

Na obr. 69 je zapojení několikahlasého klaksonu, jehož tón se dá libovolně nastavit, popř. můžeme tóny sladit do části melodie nějaké písničky. Zařízení se skládá z několika celků. Multivibrátor s tranzistory T_1 a T_2 vyrábí obdélníkovité impulsy zvukového kmitočtu podle toho, jak jsou zapojeny a nastaveny odporové trimry P_1 až P_6 . Není účelné použít větší

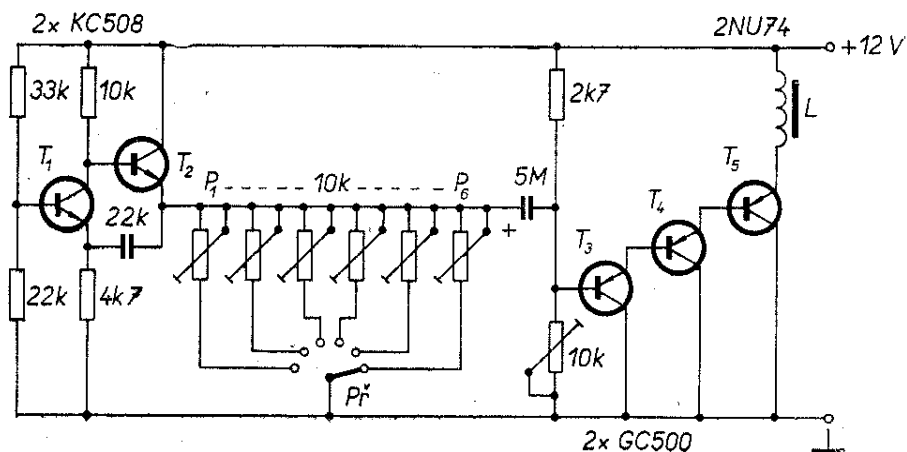
počet tónů, protože signál klaksonu musí odeznít za jednu až dvě vteřiny. Přepínání řešíme vyřazeným přepínačem s menším počtem poloh, z něhož vymontujeme aretaci. Otáčení obstará malý elektromotorek, rychlost otáčení regulujeme potřebnými převody. Motorek spínáme současně se zařízením.

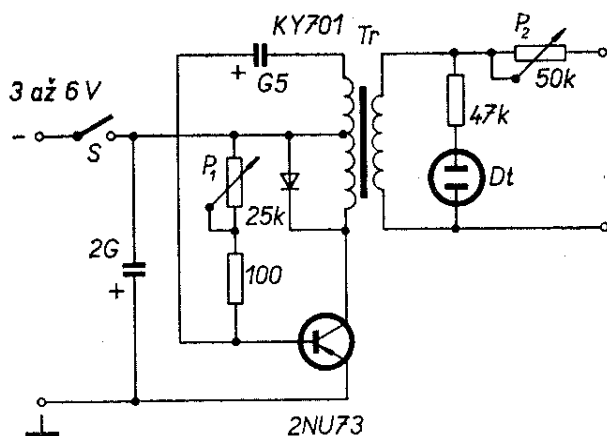
Signály získané z multivibrátoru jsou však velmi slabé, proto je musíme podstatně zesílit. Tranzistory T_3 až T_5 tvoří jednoduchý výkonový zesilovač, který má na koncovém stupni jako zátěž zapojen klakson L . Klakson je vlastně výkonný elektromagnet. Nejlépe poslouží upravený klakson, v němž ponecháme jen cívku s vinutím a membránu. Přivedeme-li na cívku stejnosměrné napětí, elektromagnet přitáhne membránu a drží ji v přitaženém stavu. Střídavé napětí příslušné velikosti membránu rozechvěje v rytmu střídavého signálu. Pravděpodobně bude třeba připojit ke klaksonu ještě zvukový trychtýř po způsobu trubky. To záleží na vzdálenosti membrány od elektromagnetu a na velikosti membrány.

Masážní přístroj

Na obr. 70 je zapojení přístroje pro elektrickou masáž. V lékařské praxi se používají nejrůznější přístroje, které působí na svalstvo nebo různé nervy elektrickými impulsy. Kdysi se k tomuto účelu používal induktor s Wagnerovým kladívkem. V době tranzistorů používáme měnič, který je regulovatelný. Na výstup zapojíme dvě kovové elektrody nebo

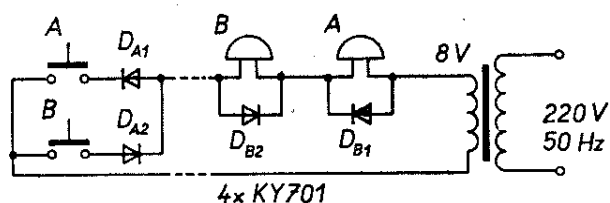
Obr. 69. Několikahlasý klakson





Obr. 70. Zapojení přístroje pro elektrickou masáž

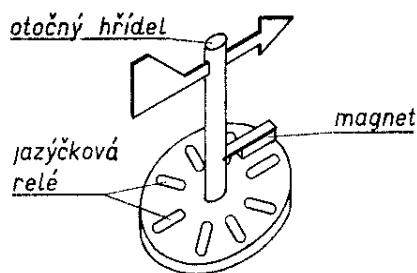
kovový váleček. Potenciometrem P_1 řídíme kmitočet, potenciometrem P_2 intenzitu elektrizování. Transformátor Tr může být navinut na jádru M17, primární vinutí má 2×75 z drátu o $\varnothing 0,3$ až $0,4$ mm, sekundární 2 500 z drátu o \varnothing asi $0,1$ mm.



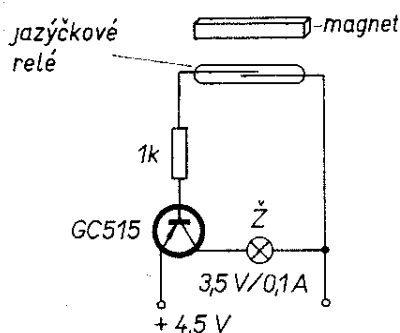
Obr. 71. Zapojení dvou zvonků dvoudrátovým vedením

Zdokonalený domovní zvonek

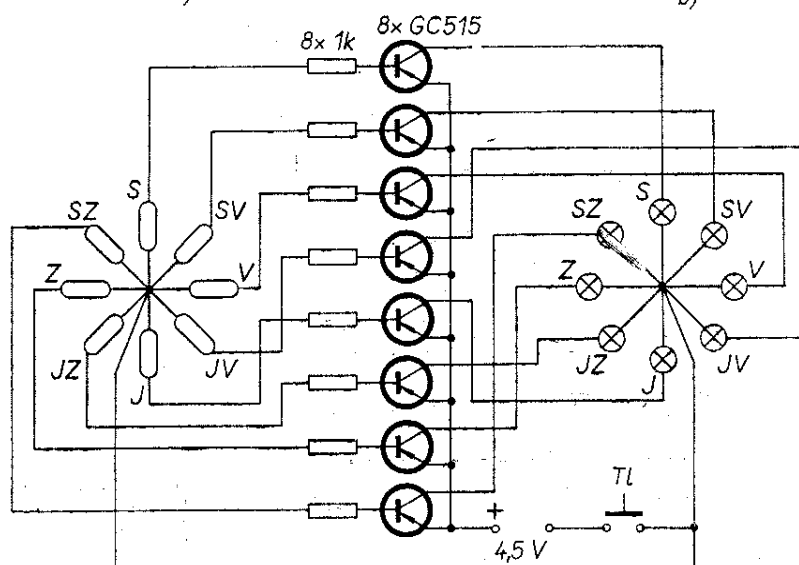
Častokrát vidáme na dveřích bytu nebo u branky zahrádky nápisy: Novák $1 \times$ zvonit, Brabec $2 \times$ zvonit. Jednoduchým způsobem můžeme dosáhnout toho, aby každý měl vlastní zvonek i vlastní tlačítko bez zvláštního vedení. Uspořádání je na obr. 71. Stlačením tlačítka A prochází přes diodu D_{A1} směrem ke zvonku kladné napětí, které dioda propouští. Současně však dioda D_{B2} zkratuje zvonek B . Dioda zapojená paralelně ke zvonku A je párována v zá-



a)



b)



Obr. 72. Indikátor polohy natočení antény, větrníku apod. a) mechanické uspořádání indikátoru, b) princip činnosti jednotlivých obvodů, c) celkové schéma indikátoru

věrném směru, proto proud prochází jen vinutím zvonku, který dává signál. Při stlačení tlačítka *B* je stav opačný a zvoní zvonek *B*.

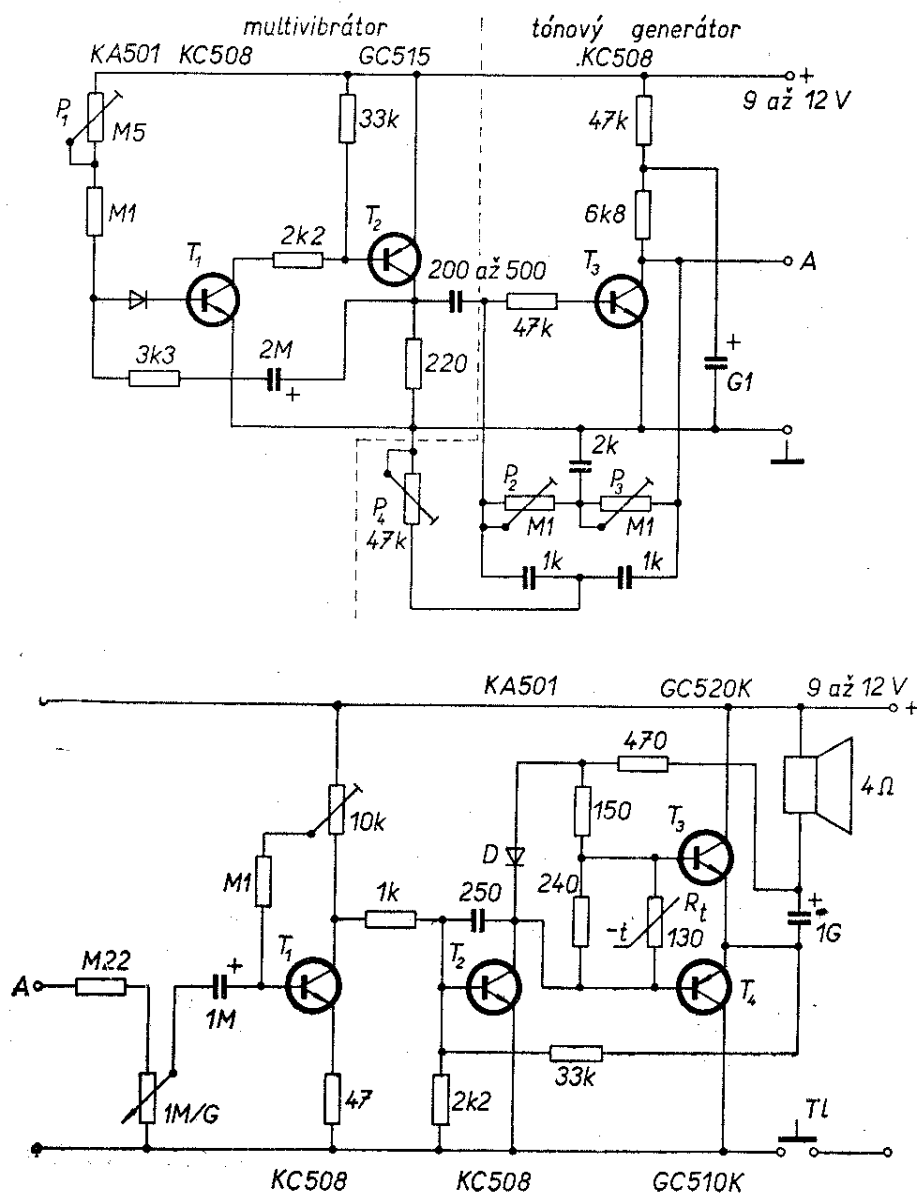
Indikátor polohy natočení antény apod.

Zajímavým způsobem můžeme indikovat polohu natočení antény, větrníku nebo jiného podobného ukazatele, který je daleko nebo na takovém místě, kde se dá těžko pozorovat. Princip řešení ukazuje obr. 72. Na otáčejícím se hřídeli je připevněn trvalý magnet (ferit z elektrických hraček), který se při otáčení pohybuje nad trubičkami jazýčkových relé, upevněných na podstavci. Je-li

magnet v poloze přesně nad některým z jazýčkových relé, relé sepne tranzistorový obvod, v němž se rozsvítí žárovka, signalizující příslušný směr natočení pozorovaného předmětu. Aby žárovky nesvítily stále, je zařazeno tlačítko *Tl*. Celé zařízení musí být zastřešeno, aby bylo chráněno před vlivem povětrnosti.

Gong místo zvonku

Hlas domovního zvonku není nejpříjemnějším zvukem, proto se objevilo mnoho různých konstrukcí, které jej mají nahradit. Jednou z mnoha možností je nahradit zvuk zvonku úderem gongu. Zařízení se skládá ze dvou částí: z multivibrátoru (obr. 73) a zesilovače (obr. 74).



Obr. 73. Zapojení přístroje, který nahradí zvuk zvonku úderem gongu (schéma multivibrátoru a tónového generátoru)

Obr. 74. Zesilovač k zapojení podle obr. 73

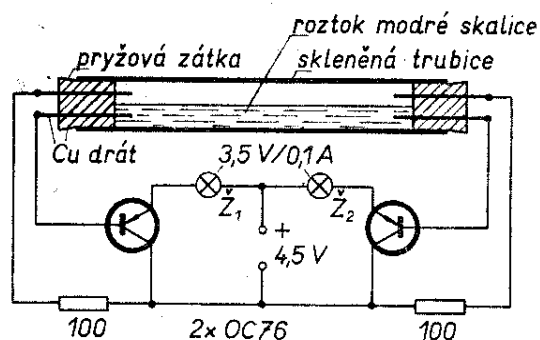
Multivibrátor pracuje se dvěma komplementárními tranzistory. Jeho kmitočet nastavujeme trimrem P_1 , sluchátko s velkou impedancí připojíme při kontrole ke kolektoru T_2 a k zemi. Potom připojíme tónový generátor, který pomocí dvojitého filtru T signál multivibrátoru zpracuje tak, že zvukový efekt je podobný gongu (postupné doznívání). Při nastavování přístroje záleží na nastavení trimrů P_2 , P_3 a P_4 , které kontrolujeme sluchátkem s velkou impedancí mezi bodem A a zemí.

Výstupní signál je však velmi slabý, proto potřebujeme tranzistorový zesilovač s výstupním výkonem 1 až 2 W. Můžeme použít některý ze zesilovačů popsaných v posledních číslech Amatérského radia nebo Radiového konstruktéra, nebo jej postavit podle obr. 74. Konstrukce zesilovače nemá žádné zvláštnosti; jde o zesilovač bez výstupního transformátoru, s komplementárními tranzistory na koncovém stupni. Reprodukční má být co největší. Jak u multivibrátoru, tak i u zesilovače můžeme křemíkové tranzistory nahradit bezpodstatných změn levnějšími germaniovými typy. K napájení můžeme použít jednoduchý zdroj se zvonkovým transformátorem, který snese zatížení asi 300 mA.

Kapacitní relé jako zabezpečovací zařízení

Obr. 75 ukazuje zapojení kapacitního relé, které se hodí jako zabezpečovací zařízení, chránící střežený objekt proti dotyku nepovolané osoby.

Zařízení se skládá z vysokofrekvenčního oscilátoru a zesilovače. Oscilátor kmitá na kmitočtu kolem 27 MHz, který



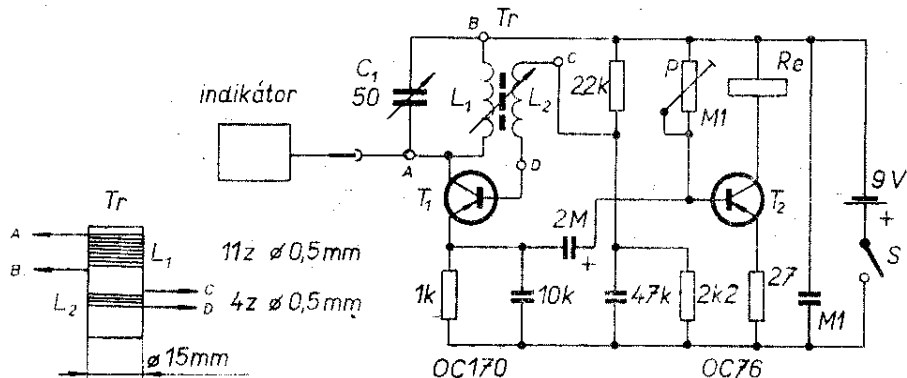
Obr. 76. Zařízení, které indikuje změnu polohy hlídaného předmětu

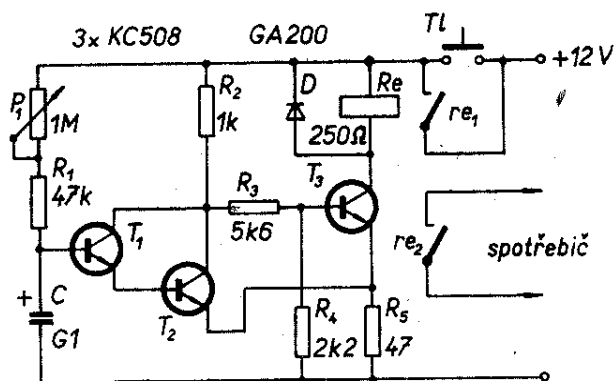
závisí na indikátoru; může jím být podle potřeby kovová fólie nebo destička umístěná tak, aby nepovolaná osoba při pokusu o vniknutí se k ní přiblížila, nebo se jí dotkla. Oscilátor nastavujeme C_1 . Údaje vysokofrekvenčního transformátoru Tr jsou na obr. 75; cívka je na trubce z nějakého izolantu o \varnothing asi 15 mm, feritové jádro má menší průměr. Druhý tranzistor pracuje jako zesilovač. Kmitá-li první tranzistor, je T_2 uzavřen, relé v jeho kolektorovém obvodu je v klidovém stavu. Přiblížením ruky k indikátoru se rozladí obvod T_1 , oscilace vysadí, báze T_2 dostává záporné napětí a T_2 se otevírá – relé přitáhne a zapojí zařízení k poplašnému signálu. Relé je miniaturní (spíná při napětí 6 V). Trimrem P nastavujeme citlivost zařízení.

Hlídač polohy libovolného předmětu

Jednoduchými prostředky můžeme také postavit indikátor, který hlásí, že stabilně umístěný předmět se vychyluje ze své polohy. Schéma je na obr. 76. Skle-

Obr. 75. Zapojení kapacitního relé, které může sloužit jako zabezpečovací zařízení a údaje transformátoru Tr





Obr. 77. Časový spínač pro doby do 100 vteřin

něnou trubicí o průměru 15 až 20 mm (může to být i skleněná trubička od léků) naplníme roztokem modré skalice a na obou stranách zazátkujeme. Do každé zátky zapíchneme měděné jehly tak, aby na každé straně byla jedna vždy ponořena v tekutině, druhá 1 až 2 mm nad hladinou. Zátky mají být pryžové – korkové se nehodí, protože provlnnou a vedou proud. Trubičku upevníme na kontrolovaný předmět v takové poloze, aby se při jeho vychýlení dotkla tekutina v trubce i druhé jehly. Tím se otevře tranzistor a rozsvítí žárovka. Potřebujeme-li vědět, na kterou stranu byl předmět vychýlen, použijeme různobarevné žárovky. V klidovém stavu odebírá zařízení z baterie jen nepatrný proud, který protéká mezi emitorem a kolektorem tranzistoru (několik μA).

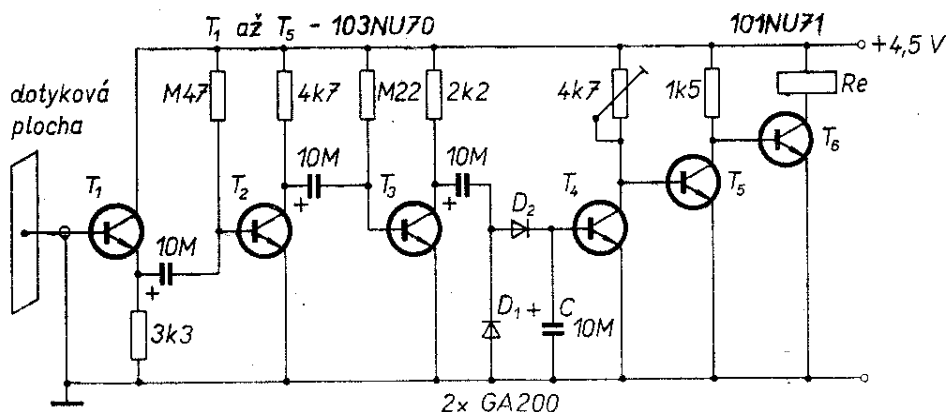
Časový spínač do 100 vteřin

Na obr. 77 je zapojení časového spínače, který se dá nastavit na časy až do

100 vteřin podle proudového zesilovacího činitele tranzistoru a kapacity kondenzátoru C. Přístroj se zapíná tlačítkem Tl. Kondenzátor je vybit, tranzistory T_1 a T_2 jsou uzavřeny, T_3 vede a relé v jeho kolektorovém obvodu, které má dva páry pracovních kontaktů, přitáhne. Po uvolnění tlačítka kontakty relé re_1 zůstávají sepnuty a přes ně je přístroj napájen. Přes P_1 a R_1 se začíná nabíjet kondenzátor C. Jakmile jeho napětí o něco překročí napětí emitoru T_2 a T_3 , T_1 a T_2 se otevřou a uzavřou T_3 ; expozice je skončena, kotva relé odpadne a kontakty přerušují napájení přístroje i spotřebiče. Zvětšením kapacity kondenzátoru C a změnou velikosti odporu P_1 lze spínací časy prodloužit až na několik minut. Odpor R_1 stanoví minimální spínací dobu. P_1 lze nahradit několikapoložovým přepínačem s pevnými odpory – časy pak budou konstantní, čehož potenciometrem nelze dosáhnout, protože se nikdy nepodaří natočit jeho běžec do přesně stejné polohy. Doba spínání závisí na vlastnostech relé; jeho kontakty, jimiž spínáme výkonnější nebo síťový spotřebič, musí být dostatečně robustní.

Hlídací zařízení citlivé na dotyk

Citlivý indikátor je na obr. 78. Tento přístroj může sloužit pro nejrůznější účely. Vyhoví i jako zabezpečovací zařízení proti nepovolaným osobám a všude tam, kde chceme signalizovat, že chráněného předmětu se někdo dotkl. Dotyková plocha má být kovová a nesmí být uzemněna. Při styku např. ruky a dotykové plochy se na ni dostane brumové napětí



Obr. 78. Hlídací zařízení citlivé na dotyk

řádu několika set μV až jednotek mV . Tento velmi malý signál zesilujeme v tří-
stupňovém zesilovači a po usměrnění
a zdvojení přivádíme na vstup stejno-
směrného zesilovače. Na výstupu je za-
pojeno relé, které spíná potřebný signál.
První tři tranzistory mají mít proudový
zesilovací činitel přes 100, u dalších stačí
50 až 60. Relé má spínat při 3,5 až 4 V.
Zařízení je třeba uzemnit, přívod od do-
tykové plochy má být ze stíněného vodi-
če. Citlivost zařízení nastavíme trimrem
v bázi T_5 , časovou konstantu rychlosti
reakce (2 až 3 s) změnou kapacity kon-
denzátoru C. V klidovém stavu nepřekro-
čí spotřeba zařízení 1 mA.

Akustický uspávací přístroj

Je všeobecně známo, že stále působící
monotonní zvuk vyvolává únavu a na-
koniec spánek. Dnešní lékařská věda se
zabývá touto prastarou zkušeností a snaží
se jí využít. Stručně řečeno: monotónní
zvuk v pravidelně se opakujících interva-
lech dráždí sluchové orgány a působí je-
jich únavu, která se přenáší na mozgová
centra, působí jejich útlum a výsledkem
je spánek. Mechanismus spánku není do-
sud dostatečně probádán, na základě
empirických zkušeností byly však sestro-
jeny různé přístroje, využívající mono-
tonního zvuku. Na tomto principu byl
konstruován např. přístroj Sonomet, kte-
rý se vyrábí v NSR.

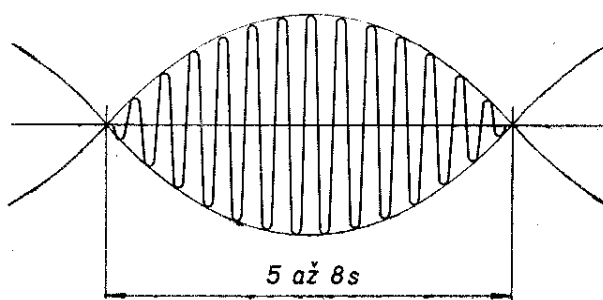
Tak jako každé léčení je individuální –
co pomáhá jednomu pacientovi, nemusí
prospívat druhému – i spánek má u ka-
ždého jednotlivce individuální charakter.
Ani působení dále popisovaného přístroje
nemůže být proto univerzální. Bude zá-
ležet na každém jednotlivci, na jeho ner-
vové a psychické soustavě, zda přístroj
„zabere“, nebo zůstane bez vlivu. Upo-
zorňuji proto zájemce, že stavba přístroje
není ani jednoduchou, ani levnou zále-
žitostí. Vyžaduje určitou zručnost v ra-
diotechnice a vybavení domácí dílny ne-
jen běžnými měřicími přístroji, ale i osci-
loskopem.

Přístroj pracuje takto: oscilátor s pevně
nastaveným, konstantním kmitočtem
kmitá na kmitočtu kolem 50 Hz. Tvar

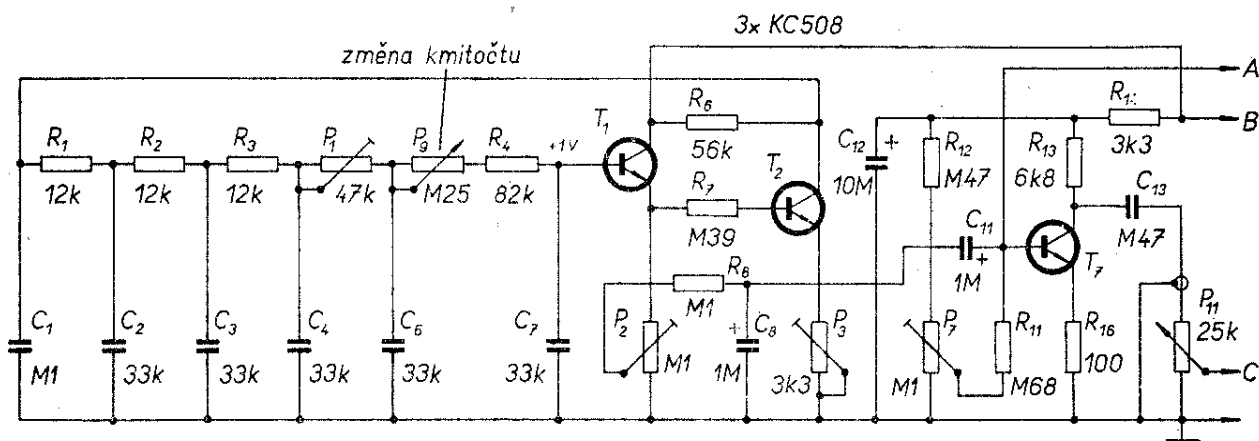
kmitů musí být přesně sinusový. Signál
tohoto kmitočtu je modulován velmi vol-
ně běžícím (free-running) multivibrátorem,
který pracuje na kmitočtu 0,1 až
0,2 Hz. Výsledná křivka na běžném osci-
loskopu je jakousi „dýchající“ sinusov-
kou, která by při velmi malé časové zá-
kladně na obrazovce s dlouhým dosvitem
vypadala podle obr. 79. Takto modulova-
ný signál pak přichází na vstup výko-
nového zesilovače, který jej bez zkreslení
zesílí. Určitým problémem bude i repro-
duktor, který by tak nízký kmitočet zpra-
coval. Hodí se hlubokotónový reproduktor
Tesla ARZ369, musíme však vyloučit
rezonanci přístrojové skříně – před ani za
reproduktorem nesmějí být rezonanční
desky. Přístroj se napájí z vlastního síto-
vého zdroje. Pro lepší stabilitu zařízení
použijeme většinou křemíkové tranzisto-
ry. Časový spínač pro dlouhé časy pak za-
řízení automaticky vypne po určité době
(podle nastavení).

Jednotlivé konstrukční celky byly
postaveny na samostatných destičkách
s plošnými spoji. Na obr. 80 je schéma
tónového generátoru s kmitočtem 50 Hz,
na obr. 81 destička s plošnými spoji. Na
obr. 82 je modulátor, na obr. 83 destička
s plošnými spoji, na obr. 84 zesilovač a na
obr. 85 opět destička s plošnými spoji. Na
obr. 86 je síťový zdroj.

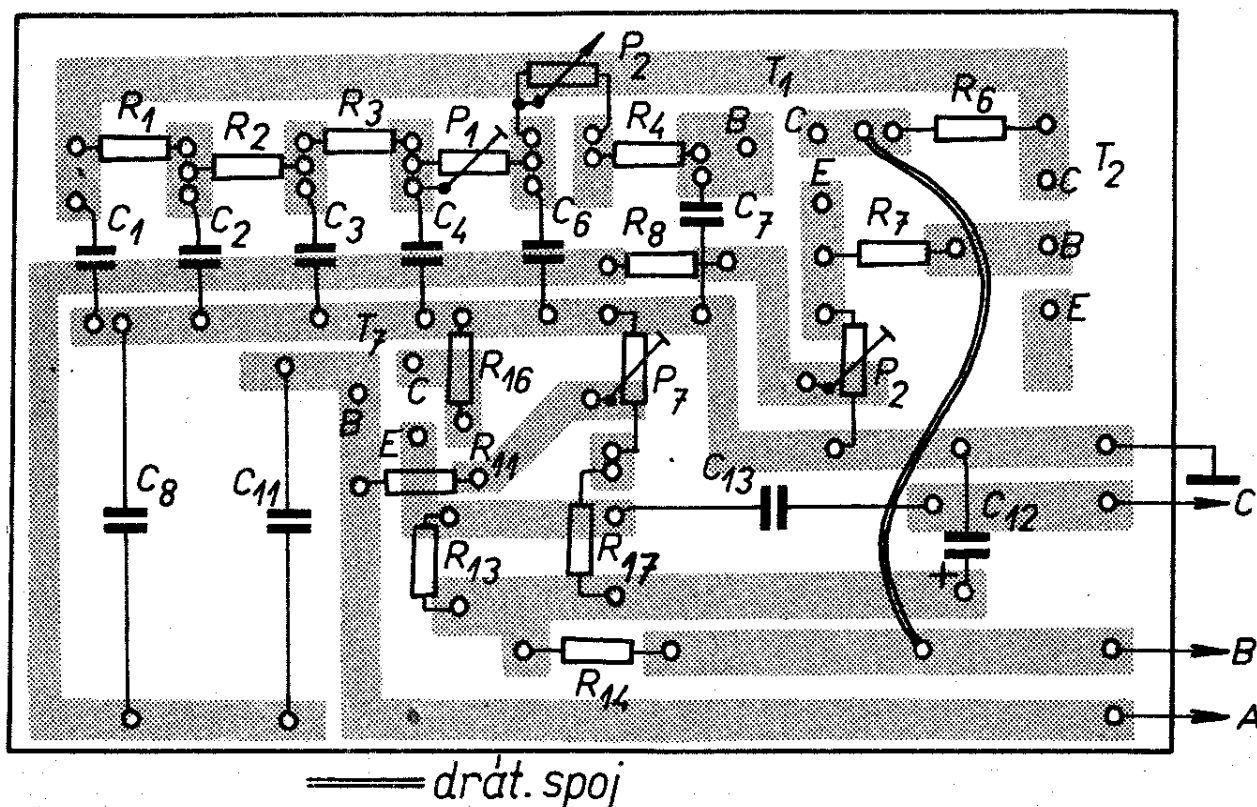
Každý konstrukční celek nejdříve zkou-
šíme samostatně. Teprve když je jeho
funkce zcela bez závad, spojíme jej
s dalším. Tento postup nám ušetří mnoho
nepříjemností a usnadní vyhledávání
eventuálních závad. Stavba tónového ge-
nerátoru nemá žádné záludnosti. Trimry
 P_1 a P_3 se snažíme dosáhnout pravidelné
sinusovky, P_2 (který bude vyveden na pa-



Obr. 79. Výsledná křivka modulovaného
kmitočtu v akustickém uspávacím přístroji



Obr. 80. Tónový generátor s kmitočtem 50 Hz

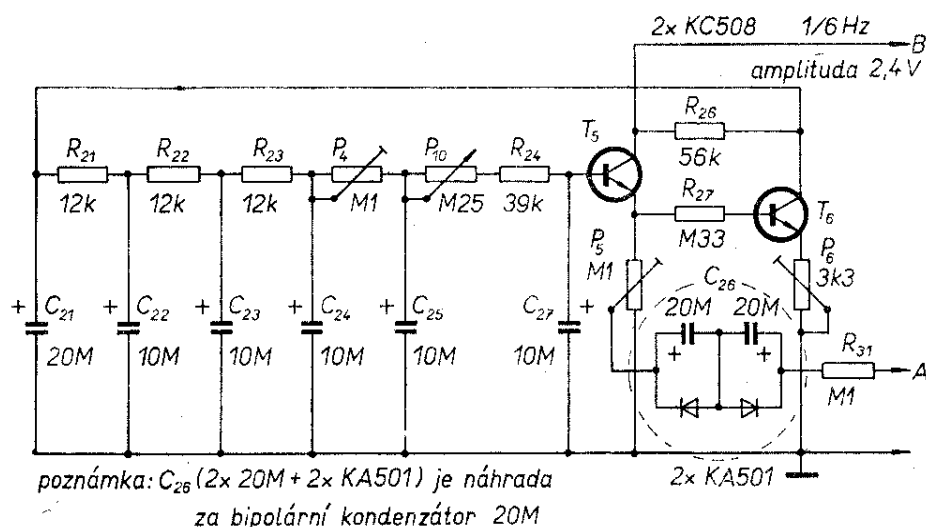


Obr. 81. Destička s plošnými spoji tónového generátoru z obr. 80 (Smaragd F09)

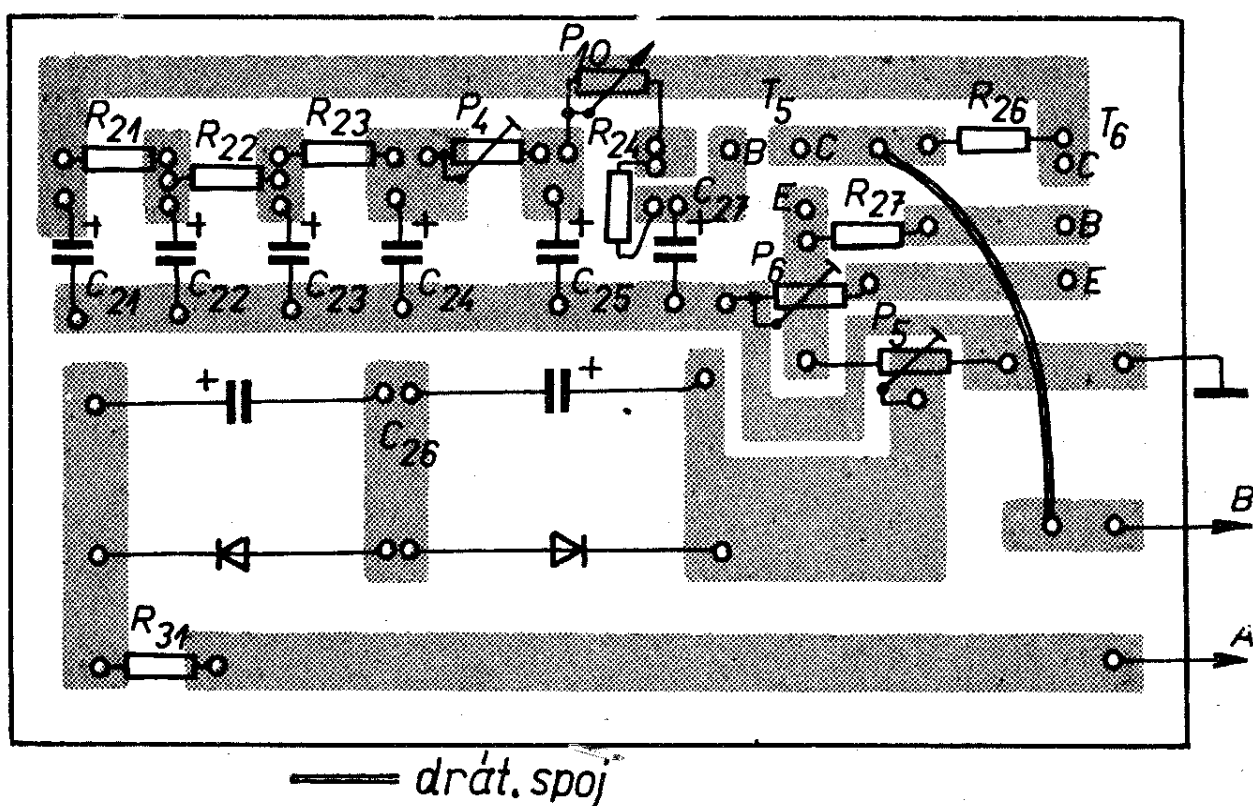
nel) slouží ke změně kmitočtu podle individuálního vkusu. Poněkud pracnější je správné nastavení modulátoru. S dobrými tranzistory však ani to nebude problémem. Regulační prvek P_4 slouží k pevnému nastavení pomalých kmitů, P_{10} dává možnost další regulace z panelu. Kondenzátor C_{28} má poměrně velkou kapacitu a pro změnu polaritý nelze použít běžný elektrolytický kondenzátor. Kondenzátor MP by měl příliš velké rozměry,

proto jsem zvolil náhradní řešení, které umožní obejít se bez u nás nedostupného bipolárního kondenzátoru (obr. 82).

Spojíme-li modulátor a tónový generátor, můžeme na obrazovce osciloskopu pozorovat pomalu ubíhající sinusovku a ve sluchátku slyšíme příjemný, hluboký tón, jehož intenzita se pravidelně zmenšuje a zvětšuje. U zesilovače se snažíme, aby měl co nejmenší zkreslení. Koncové tranzistory by měly být komplementární,



Obr. 82. Schéma modulatoru akustického uspávacího přístroje ($C_{26} = 2 \times 20 \mu F + 2 \times KA 501$ – je náhrada za bipolární kondenzátor $20 \mu F$)



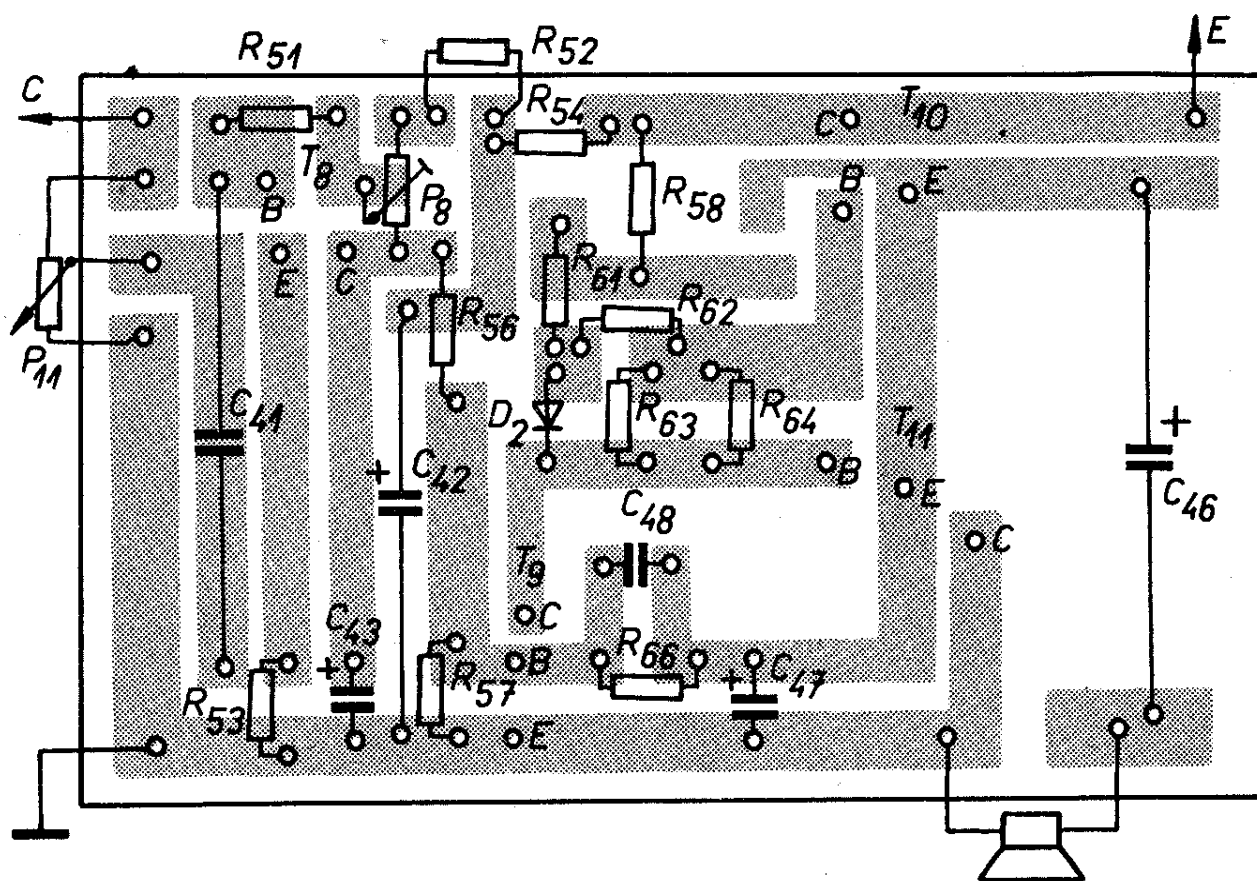
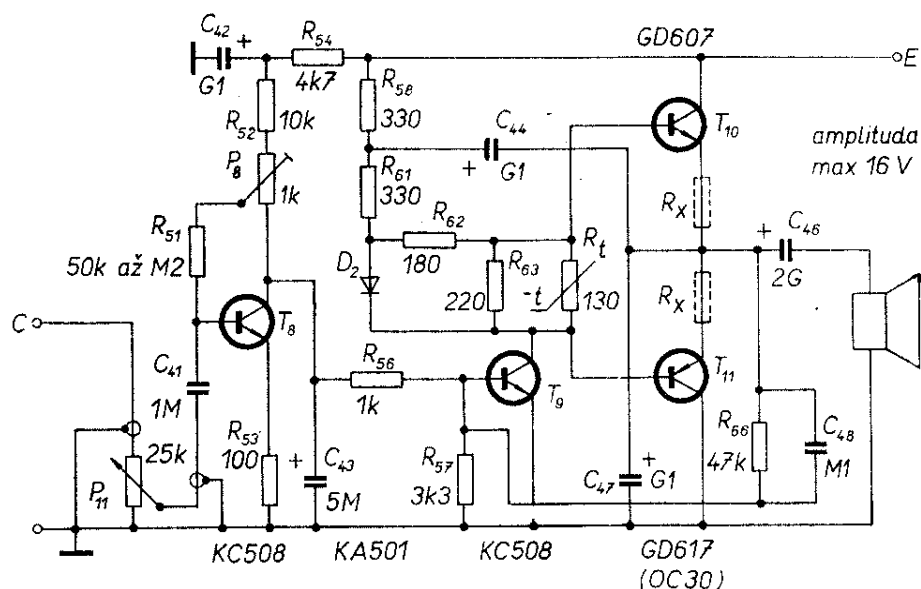
Obr. 83. Destička s plošnými spoji modulatoru (Smaragd F10)

párované (přitom však musíme dávat pozor, protože dvojice komplementárních párovaných tranzistorů, které se prodávají v obchodech, nejsou vždy opravdu párované – rozdíl v zesilovacím činiteli je někdy až 100 %). Oba koncové tranzistory umístíme na chladiče o rozměrech asi 150×25 cm. K výrobě chladičů použijeme hliníkový plech tloušťky asi 2 mm. Může se stát, že jeden z tranzistorů se při

naprosto stejném odběru proudu bude zahřívat. V takovém případě zapojíme do jeho emitoru odpor R_x 2 až 10Ω z odporového drátu, jak je naznačeno čárkovaně na obr. 84. Vstup zesilovače nastavíme odporem R_{51} .

Síťový zdroj dává nestabilizované napětí 20 V pro napájení zesilovače a časového spínače a stabilizované napětí pro multivibrátor a modulator. Na výstupu

Obr. 84. Schéma zesilovače akustického uspávacího přístroje



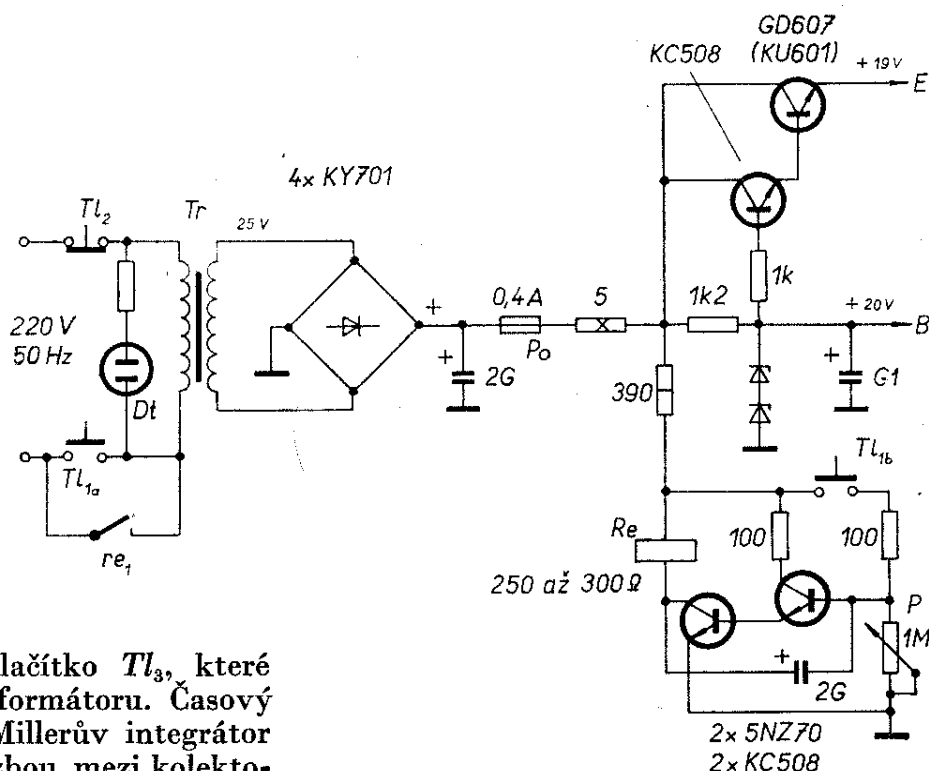
Obr. 85. Destička s plošnými spoji zesilovače z obr. 84 (Smaragd F11)

můžeme použít germaniový nebo křemíkový tranzistor n-p-n, který umístíme na chladič s větší plochou.

Časový spínač (obr. 86) lze nastavit potenciometrem P podle zesilovacího činitele tranzistorů a typu relé od několika vteřin až do dvou i více hodin. Při zmáčknutí

dvojitého spínacího tlačítka Tl_1 a Tl_2 zapojíme transformátor do sítě a současně uvedeme do chodu časový spínač. Potom tlačítko uvolníme – relé již drží sepnutý přívod ze sítě k transformátoru a zdroj napájí celé zařízení. Chceme-li zařízení vypnout před uplynutím nastavené doby,

Obr. 86. Síťový zdroj pro akustický uspávací přístroj a časový spínač

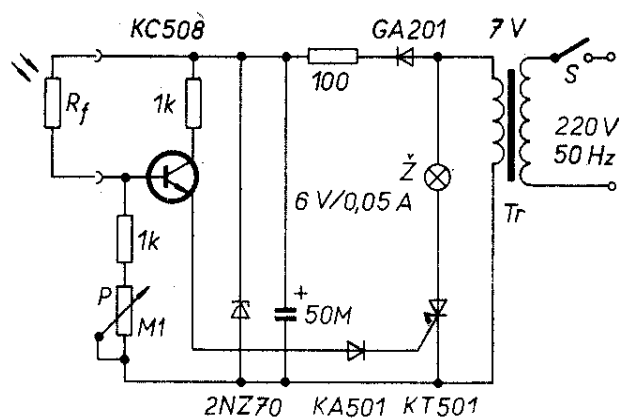


stiskneme rozpínací tlačítko Tl_3 , které přeruší napájení transformátoru. Časový spínač pracuje jako Millerův integrátor s kondenzátorovou vazbou mezi kolektorem druhého a bází prvního tranzistoru, která linearizuje pilovité kmity buzené kladnými impulsy. To působí velmi pomalý pokles napětí na bázi tranzistoru a tím dlouhou dobu otevření tranzistoru, který spíná relé. Relé má mít kontakty dimenzované pro síťové napětí; hodí se typ LUN na 6 až 12 V. Transformátor je navinut na jádru M20 (M65). Primární vinutí má 1 840 z drátu o \varnothing 0,2 mm, sekundární 210 z drátu o \varnothing 0,5 mm. Krabice na přístroj má být z tlustšího materiálu, aby pokud možno nevznikala slyšitelná rezonance. Na stavbu krabice tohoto typu byly již uveřejněny četné návody na stránkách Amatérského radia i Radiového konstruktéra.

Expozimetr pro zvětšováč

Na obr. 87 je jednoduchý expozimetr pro zvětšovací přístroj, který po rozsvícení žárovky \bar{Z} přirovnává neznámou hladinu osvětlení ke známé a vyzkoušené hladině. Fotoodpor R_f , který může být libovolný, umístíme na průmětnu zvětšovacího přístroje, který je nastaven na přibližně střední zvětšení. Jeho objektiv je zacloněn asi o dvě clony. Na promítnutém negativu vyhledáme nejdůležitější

místo, obvykle tvář nebo místo, které je i na ostatních negativech přibližně stejně osvětleno. Pak jemně otáčíme potenciometrem až do okamžiku, kdy se rozsvítí žárovka. Dále již potenciometr necháme ve stejné poloze. Časovým spínačem uděláme zkoušky a necháme na něm natrvalo nastaven čas, který se při zkouškách ukázal být správný. Další negativy můžeme zvětšovat více nebo méně; umístíme fotoodpor na správné místo negativu a clonu zvětšováku nastavíme do polohy,

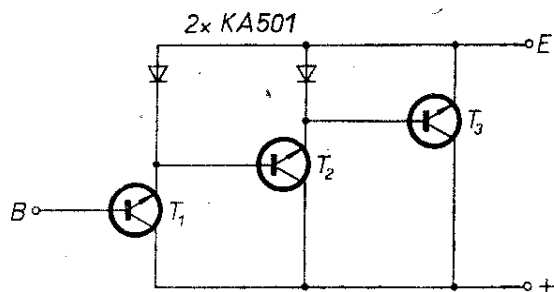


Obr. 87. Jednoduchý expozimetr pro zvětšovací přístroj

kdy se žárovka právě rozsvítí. Tím máme zaručeno, že hladina osvětlení fotografického papíru je stejná jako při zkouškách a že můžeme také exponovat stejný čas, který máme natrvalo nastaven na časovém spínači.

Přístroj pracuje takto: z libovolného transformátoru odebíráme střídavé napětí asi 6 až 8 V, které usměrníme a Zenerovou diodou stabilizujeme. Tyristor je zapojen na střídavé napětí přes žárovku Ž. Dokud však jeho řídicí elektroda nedostane kladný impuls, je uzavřen a žárovka nesvítí. Osvětlíme-li fotoporu R_f , tranzistor se otevírá a řídicí elektroda tyristoru dostává kladný impuls. Tyristor se otevře a žárovkou teče proud. Citlivost fotoodporu a tím i okamžik otevření tranzistoru regulujeme potenciometrem P (možná, že bude třeba použít potenciometr s větším odporem). Okamžik otevření tranzistoru a zapálení tyristoru je konstantní a přesný. Zacloníme-li fotoodpor jen obyčejným sklem, žárovka zhasne, protože tyristor je zapojen do obvodu střídavého napětí a protéká jím proud jen jedné polarizace; při změně sinusovky do záporné části žárovka zhasne, protože tyristor se uzavírá. Je-li fotoodpor osvětlen, je na řídicí elektrodě tyristoru kladné napětí – při kladných půlvlnách se tyristor znovu otevírá. Není-li však kladné napětí na řídicí elektrodě dostatečné, je i nadále uzavřen.

Celé zařízení se vejde do malé krabičky a prokáže dobré služby nejen ve fotografické praxi, ale všude tam, kde potřebujeme srovnat hladinu osvětlení s nějakým normálem. Zařadíme-li místo fotoodporu

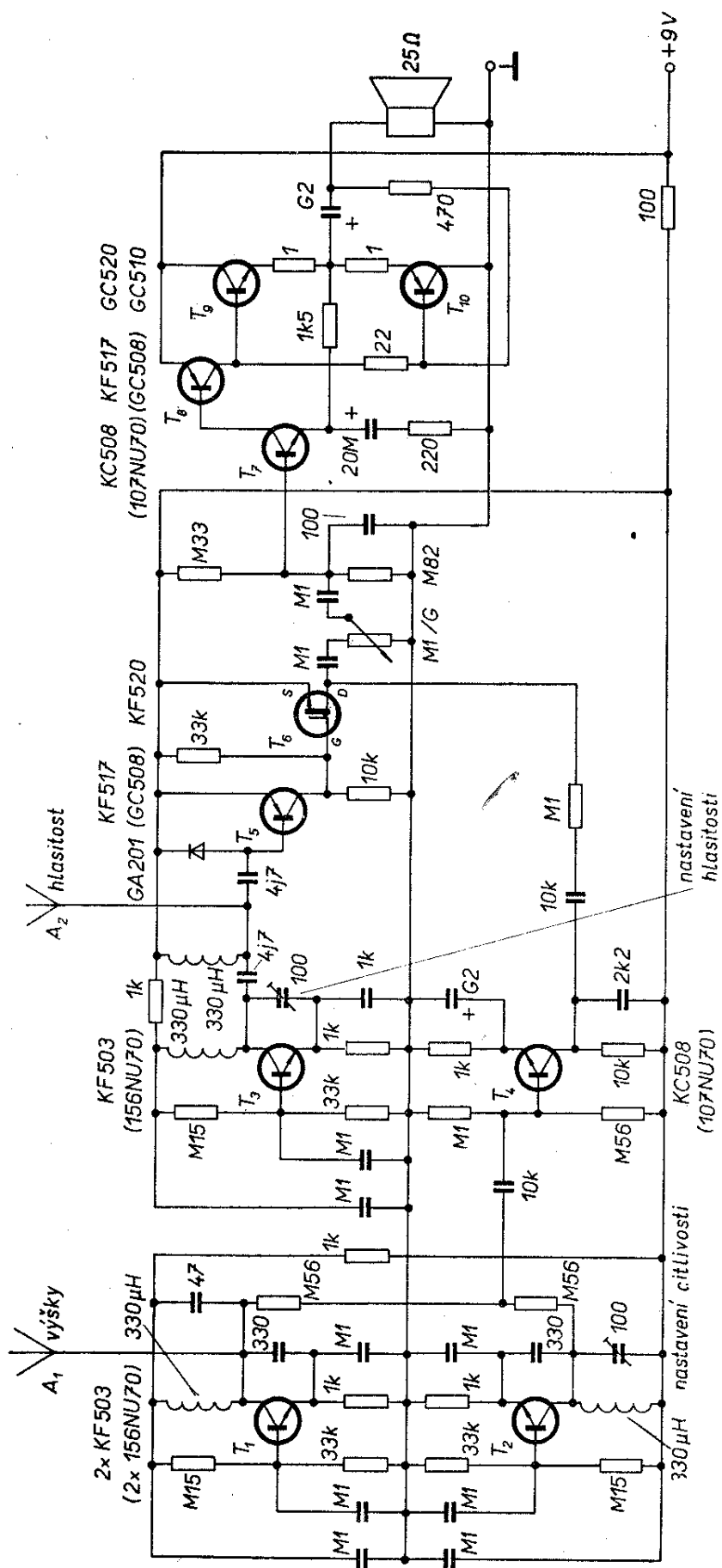


Obr. 88. Zapojení tří tranzistorů, které pracuje jako jediný tranzistor s velkým zesílením

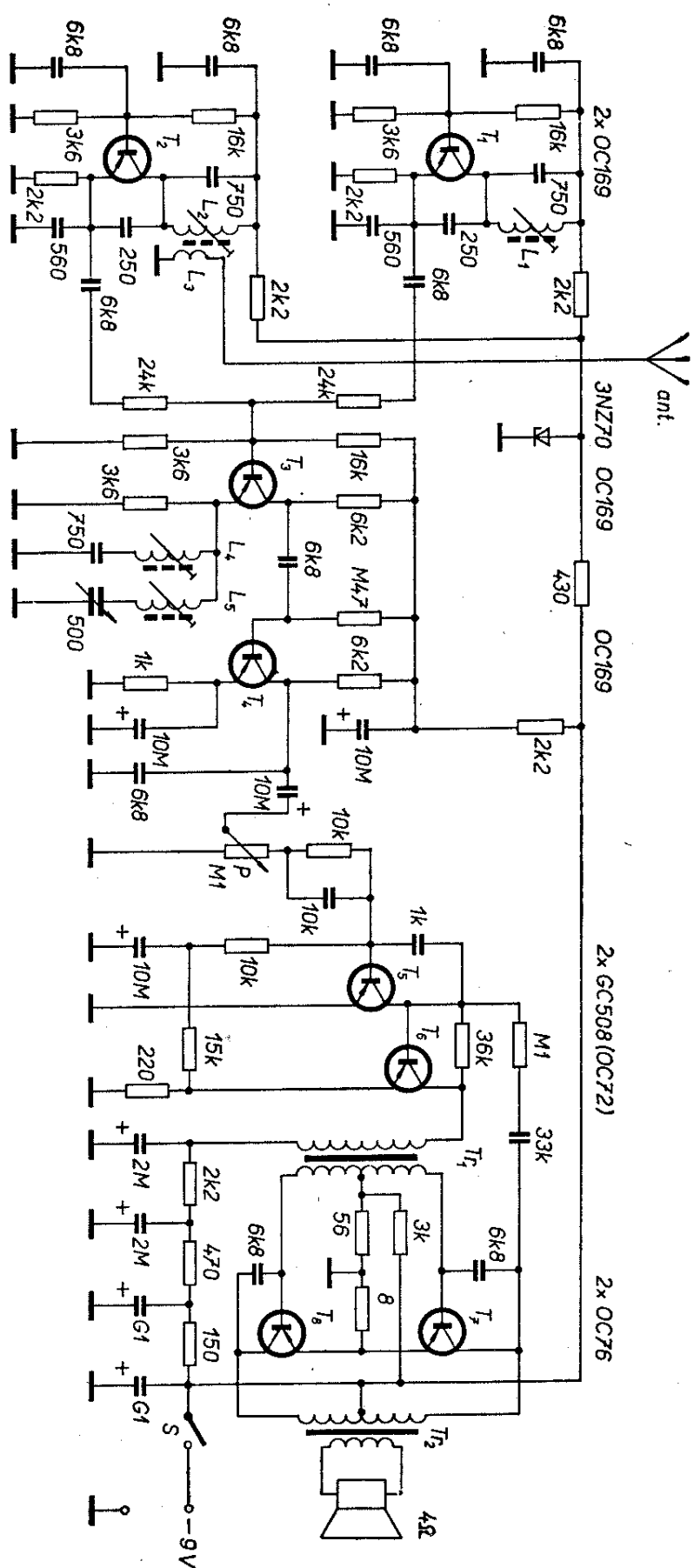
jiné čidlo, můžeme indikovat vlhkost vzduchu, dosažení určité koncentrace roztoku, dosažení určité teploty apod. Může se stát, že se při velkém odporu fotoodporu tranzistor nedostatečně otevírá při malém osvětlení a tyristor nedostává potřebný „zapalovací“ impuls. V tom případě můžeme vynechat odpor 1 k Ω v kolektoru tranzistoru a zapojit místo jednoho tranzistoru tři tranzistory podle obr. 88. Všechny tři tranzistory mají být křemíkové. Stačí i druhá jakost se zesilovacím činitelem 20 až 30. Diody mají být křemíkové. Zapojení pracuje jako jediný tranzistor s extrémně velkým zesilovacím činitelem. Ve zkušebním zapojení jsem naměřil tyto údaje: $I_B = 5 \mu A$, $\beta = 1\,200$; $I_B = 10 \mu A$, $\beta = 3\,000$; $I_B = 20 \mu A$, $\beta = 2\,700$. Expozimetr konstruovaný tímto způsobem reaguje i na nejslabší osvětlení. Toto zvláštní zapojení tří křemíkových tranzistorů se dá pozměnit použitím germaniových tranzistorů. V původní podobě (podle obr. 88) je zapojení s germaniovými tranzistory nepoužitelné, protože mezi kolektorem a emitorem teče naprázdno proud několika desítek mA. Odpojíme-li kolektor T_3 a necháme jej nezapojen, bude sice zesílení jen 200 až 500, ale I_{CB0} je řádově několik mikroampér a I_{CE0} několik desítek mikroampér. Tak i s germaniovými tranzistory starších typů můžeme dosáhnout poměrně velkého zesílení.

Zajímavý hudební nástroj

V roce 1928, kdy elektronika byla pro širokou veřejnost ještě čímsi záhadným, vystoupil mladý ruský fyzik Leon Theremin v New Yorku v Metropolitan opeře se zvláštním hudebním nástrojem, který byl pojmenován podle vynálezce – theremin. Profesor přibližoval a vzdaloval obě ruce od jakési záhadné skříňky, čímž dosahoval velmi efektní hudby, která se nepodobala hudbě žádného ze známých hudebních nástrojů. Od té doby se čas od času objevuje theremin v různých variacích, podstata však zůstává stále stejná – jde o elektronický hudební nástroj, který dává zcela odlišné tóny od ostatních hudebních nástrojů.



Obr. 89. Elektronický hudební nástroj „theremin“



Obr. 90. Jiná varianta elektronického hudebního nástroje „theremin“

Dnes se dá takové zařízení postavit snadno s tranzistory, jak je vidět na obr. 89. Podstatou tohoto hudebního nástroje je, že dva oscilátory kmitají na stejných kmitočtech a přibližováním nebo vzdalováním rukou více nebo méně rozladíme jeden z nich nebo oba. Rozdílový kmitočet obou oscilátorů se objeví na výstupu jako zvukový kmitočet. Aby oscilátory nebyly zatěžovány, je T_6 tranzistor řízený polem. Zvukové kmitočty na výstupu zesilujeme jednoduchým beztransformátorovým zesilovačem.

Oscilátory osazené tranzistory 156NU70 jsou zapojeny jako Colpittsův oscilátor a pracují na kmitočtu kolem 470 kHz. Anténa v kolektorovém obvodu T_1 slouží ke změně kmitočtu; přibližováním a vzdalováním ruky měníme výšku tónu. Obě antény tvoří kovové destičky o rozměrech asi 18×14 cm. Druhý oscilátor s T_2 nastavíme na stejný kmitočet keramickým doladovacím kondenzátorem 100 pF. Signál o kmitočtu oscilátorů se dostává přes odpor 560 k Ω a kondenzátor 10 nF na směšovací stupeň a přes něj na tranzistor řízený polem. Oscilátor s T_3 pracuje opět v Colpittsově zapojení na kmitočtu kolem 2 MHz s bohatými harmonickými. Druhá anténa stejných rozměrů je zapojena přes kondenzátor malé kapacity v jeho kolektoru. Signál zesiluje tranzistor T_5 , který jej převádí na tranzistor řízený polem. Otočným kondenzátorem 100 pF paralelně k T_3 nastavujeme a anténou A_2 řídíme hlasitost. Zesilovač může být podle obr. 89, může to však být i jiný zesilovač středního výkonu. Protože nastavování oscilátorů je dosti choulostivou záležitostí, musíme keramické kondenzátorové trimry umístit stabilně a co nejdále od ostatních součástí. Pro lepší stabilitu celého zařízení by bylo žádoucí, abychom použili výhradně křemíkové tranzistory. Při snížení nároků na kvalitu jej však můžeme osadit i levnějšími germaniovými tranzistory.

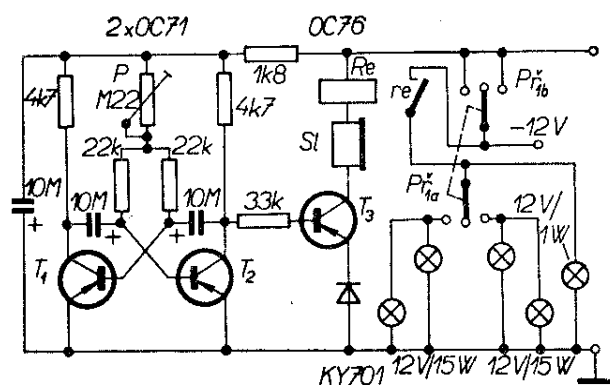
Jiná varianta tohoto nástroje je na obr. 90. Jeho funkce spočívá na stejném principu jako předcházející, jen zapojení je poněkud odlišné; přístroj se rozladuje jen jednou anténou, která mění tón. Dva nízkofrekvenční oscilátory s T_1 a T_2 pra-

cuji s tranzistory s uzemněnou bází a mají kapacitní zpětnou vazbu. Stabilita zapojení je zabezpečena děliči v bází a Zenerovou diodou. Nástroj ladíme otáčením jádry cívek L_1 a L_2 , jemně pak nastavením délky teleskopické antény. Při ladění postupujeme takto: stojíme-li vzdáleni od antény a zvednutou ruku máme od ní ve vzdálenosti asi 1 metr, nesmíme dostat žádný tón.

T_3 pracuje jako vysokofrekvenční zesilovač, který má v emitorovém obvodu cívky L_4 a L_5 . Obě tyto cívky kmitají na vlastním kmitočtu a tím dostáváme zajímavé zabarvení zvuku. T_4 je směšovací stupeň. Potenciometrem P , který je zapojen jako regulátor ovládaný pedálem, se signál dostává na čtyřstupňový zesilovač. Údaje cívek: L_1 a L_2 jsou navinuty na kostře o \varnothing 46 mm s feritovým jádrem děleně 4×55 z vf lanka $5 \times 0,05$ mm, L_3 je na téže kostřičce jako L_2 a má $3 \times 1\,000$ z drátu o \varnothing 0,06 mm, L_4 na kostřičce o \varnothing 6 mm 4×60 z vf lanka $5 \times 0,05$ mm, L_5 je jako L_1 . Transformátory v zesilovacím stupni jsou na jádrech M30. Tr_1 má na primární straně 2 200 z drátu o \varnothing 0,1 mm, na sekundární 2×480 z drátu o \varnothing 0,15 mm. Transformátor Tr_2 : primární vinutí 2×350 z drátu o \varnothing 0,2 mm, sekundární 90 z drátu o \varnothing 0,6 mm. Zásadně je možné použít i tranzistory n-p-n (T_1 až T_4 156NU70, T_5 a T_6 106NU70, T_7 a T_8 101NU71), potom však bude třeba změnit polaritu Zenerovy diody, elektrolytických kondenzátorů a napájecího zapětí.

Ukazovatel směru do automobilu

Obr. 91 ukazuje jednoduchý elektronický blikáč – ukazovatel směru k autu. Bimetalové mechanické blikáče, které pracují na principu roztažitelnosti kovů, jsou značně poruchové. Elektronické spínače jiné konstrukce spínají žárovky přímo koncovým tranzistorem a k tomu je třeba výkonových tranzistorů. Naše zařízení nebude vyžadovat výkonové tranzistory – žárovky bude spínat relé. Navíc můžeme přístroj upravit tak, že při blikání dává i akustický signál, aby řidič nezapomněl přístroj vypnout.



Obr. 91. Elektronický ukazovatel směru do automobilu

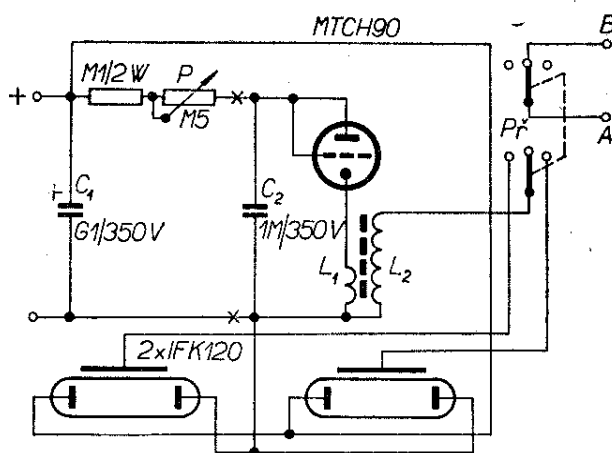
Funkce přístroje je velmi jednoduchá. Tranzistory T_1 a T_2 pracují jako multi-vibrátor s intervaly asi jedné vteřiny. Tento čas nastavíme odporovým trimrem P . Tranzistor T_3 má stálé závěrné předpětí a otevírá se při rytmickém kmitání multivibrátoru. V jeho kolektorovém obvodu je zapojeno relé, spínající při 10 V. Relé musí mít robustnější kontakty, aby snesly větší namáhání. Cívka relé má mít odpor 100 až 250 Ω . Do série s relé je zapojena vložka z telefonního sluchátka s impedancí $2 \times 27 \Omega$, která při rytmickém spínání relé dává zvukový signál. V emitoru tranzistoru T_3 je dioda, která zabraňuje přílišnému namáhání tranzistoru.

Kontakty relé spínají podle polohy přepínače $Př$ dvě a dvě žárovky na pravé nebo levé straně auta a současně kontrolní žárovku u řidiče. Přepínač má být dvoupólový, třípolohový, se střední klidovou polohou.

Zdroj stroboskopického světla

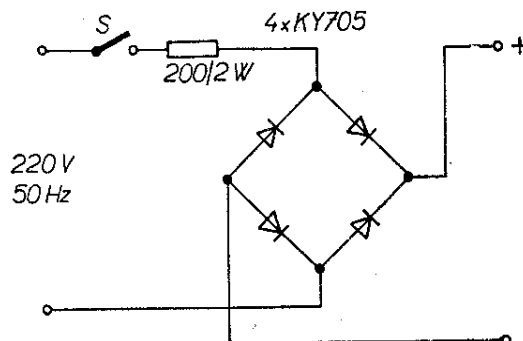
Při různých příležitostech se stává, že potřebujeme stroboskopické světlo, jímž můžeme „zastavit“ otáčení a tím měřit počet otáček, nebo je použít jako výstražné znamení apod. Na obr. 92 je stroboskopické zařízení (bez zdroje), které lze přepínat, je-li třeba signalizovat na dvou místech. Potřebujeme-li jen jeden světelný zdroj, můžeme druhý vynechat.

Ze síťového nebo tranzistorového zdroje nabíjíme kondenzátor C_1 asi na 300 V.

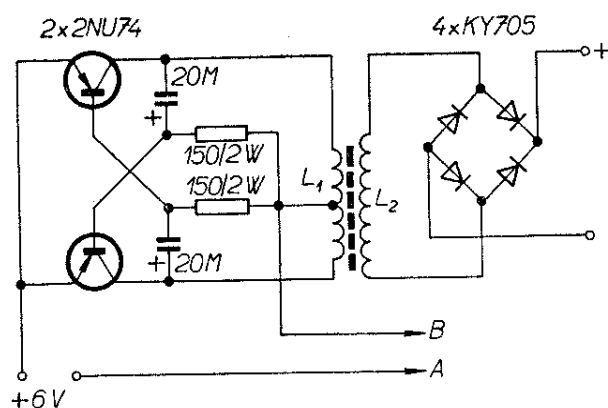


Obr. 92. Zdroj stroboskopického světla

Tím dosáhneme výboje o výkonu asi 4,5 Ws a proto můžeme použít výbojku sovětské výroby IFK120 nebo podobnou. Napětí kondenzátoru C_1 je trvale přiloženo na výbojku, která však zapálí jen tehdy, dostane-li na zapalovací elektrodu zapalovací impuls řádu několika tisíc V. Přes ochranný odpor asi 100 k Ω a regulační potenciometr P nabíjíme pomocný kondenzátor C_2 . Jakmile napětí na tomto kondenzátoru dosáhne přibližně 120 V, zapálí tyatron MTCH90, který má zapalovací elektrodu spojenou s anodou, a náboj kondenzátoru C_2 se vybije přes primární vinutí L_1 zapalovací cívky. Na sekundárním vinutí této cívky vznikne vysoké napětí, které přes přepínač $Př$ přivádíme na zapalovací elektrodu výbojky, přes kterou vybijeme náboj kondenzátoru C_1 . Rychlost záblesků následujících za sebou řídíme potenciometrem P , který určuje rychlost nabíjení kondenzátoru C_2 . Zapalovací cívka je na-



Obr. 93. Síťový zdroj k zařízení z obr. 92

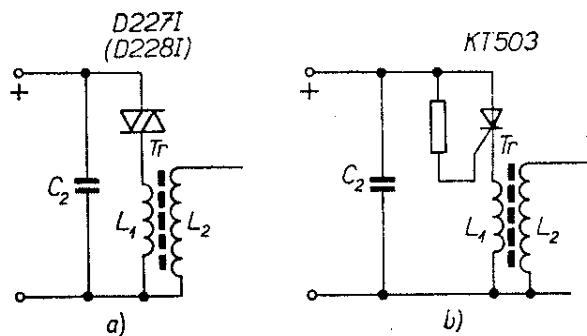


Obr. 94. Tranzistorový měnič pro napájení stroboskopu

vinuta na libovolné feritové tyčce. Primární vinutí L_1 má asi 5 závitů drátu o \varnothing 0,3 mm, sekundární L_2 asi 500 až 600 závitů drátu o \varnothing kolem 0,1 mm. Vinutí dobře izolujeme proklady a celou cívku vyvaříme v parafínu.

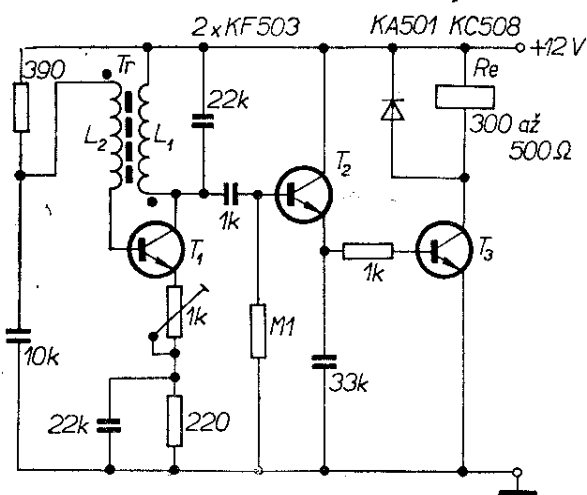
Napájení stroboskopu může být síťové nebo bateriové. Na obr. 93 je schéma síťového napájení, které je velmi jednoduché, má však nevýhodu v tom, že je lze použít jen tam, kde je po ruce síťové napětí. Při práci se síťovým napětím musíme dodržovat všechna bezpečnostní opatření. Totéž však platí i o tranzistorovém zařízení, kde je na kondenzátoru napětí 300 V. Na obr. 94 je tranzistorový měnič pro napájení stroboskopu. Jde o dvojčinný měnič s výkonovými tranzistory, které umístíme na chladič. Vývody označené A a B spojíme se stejně označenými body na obr. 92. Transformátor je navinut na feritové kostře E s průřezem středního sloupku 7×7 mm. L_1 má 2×35 z drátu o \varnothing 0,6 mm, L_2 má 2 500 z drátu o \varnothing 0,1 mm. Napájení je nejvhodnější z olověného akumulátoru.

Tyratron MTCH90 je ovšem součástka, která není vždycky k dostání, bývá však občas ke koupi v prodejně Radioamatér v Praze, Žitná 7. Výhodnější je postavit zařízení se spínací diodou diac. Tyto diody mají tu vlastnost, že v žádném směru nepropouštějí proud, dokud není dosaženo spínacího napětí. Pak dojde k sepnutí a dioda se skokem otevře. Zapojení stroboskopu s diodou diac je na



Obr. 95. Zapojení stroboskopu se čtyřvrstvou diodou (a) a s tyristorem (b)

obr. 95a. Diody diac naší výroby jsou však jen pro malá napětí (max. 38 V). V obvodu je použita čtyřvrstvá dioda sovětské výroby se spínacím napětím 100 až 200 V. Bylo by možné řešit obvod i s tyristorem (obr. 95b), který je přístupnější. Tyristor však při spínání vyzařuje četné harmonické a silně ruší všechna přijímací zařízení (rozhlasové přijímače i televizi). Kladný pól kondenzátoru C_2 by se v tom případě spojil se zapalovací elektrodou tyristoru přes velký odpor řádu $M\Omega$, katoda tyristoru by byla připojena na cívku L_1 , anoda na kladný pól kondenzátoru C_2 . Budeme-li stroboskop používat jen k měření a nikoli k signalizaci, zmenšíme jeho výkon zmenšením kapacity kondenzátoru C_1 na 10 až 20 μF a tím dostaneme výkon jen 0,45, resp. 0,9 Ws.



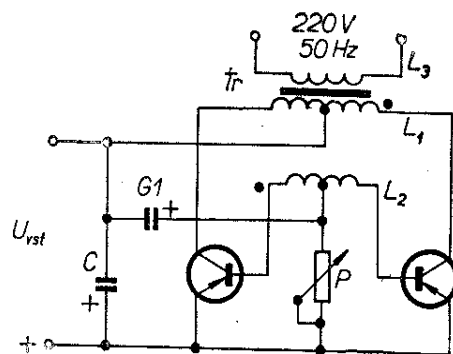
Obr. 96. Schéma jednoduchého indukčního spínače

Indukční spínač

Přístroj na obr. 96 má velmi mnohostranné použití. Je to v podstatě indukční spínač, který zapíná nebo vypíná koncové relé. Přiblížíme-li k cívce kovový předmět, kotva relé odpadne a spíná nebo rozpíná příslušný obvod podle toho, jsou-li zapojeny jeho klidové nebo pracovní kontakty. Jde v podstatě o Messnerův oscilátor, který kmitá na kmitočtu kolem 200 kHz. Transformátor Tr je navinut na nejmenším feritovém hrníčkovém jádru o \varnothing kolem 11 mm. Cívky jsou od sebe vzdáleny 5 mm, začátky vinutí jsou na obrázku označeny tečkou. L_1 má 40, L_2 má 75 z drátu o \varnothing 0,12 mm. Trimrem 1 k Ω v kolektoru T_1 nastavíme zápornou zpětnou vazbu tak, aby kmity oscilátoru byly těsně před bodem vysazení. Kmitá-li oscilátor, jsou tranzistory otevřeny, kotva relé je přitažena. Přiblížíme-li k cívce oscilátoru kovový předmět, mají oscilace vysadit. Tím se tranzistory uzavřou a kotva relé odpadne.

Výkonový tranzistorový měnič

Stává se často, že máme nějaký přístroj, který potřebuje napájení ze sítě a chceme jej používat tam, kde síť není k dispozici. Výkonový tranzistorový měnič na obr. 97 dává na sekundární straně



Obr. 97. Výkonový tranzistorový měnič

220 V střídavého napětí obdélníkovitého průběhu, který však u běžných spotřebičů není na závadu. Abychom měnič mohli použít s různými napájecími zdroji a odebírat i různé výstupní výkony, uvádím tabulku s potřebnými údaji.

Zapojení na obr. 97 je dvojčinný, dvoutranzistorový paralelní měnič. Po zapojení zdroje se tranzistory střídavě otevírají a jednou polovinou vinutí L_2 po krátkou dobu protéká velký proud, který indukuje do sekundárního vinutí L_3 napětí v opačné fázi. Potenciometrem P , který má být drátový, nastavíme zpětnou vazbu a tím i optimální kmitočet. Jeho odpor je podle druhu a zesílení tranzistoru od 5 do 50 Ω . Primární vinutí L_1 je třeba vinout dvěma dráty současně, střed bude tvořit začátek jednoho a konec

Tabulka údajů pro konstrukci měniče z obr. 97

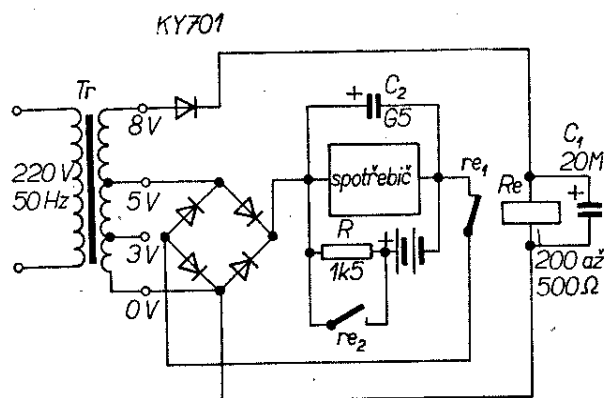
U_{vst} [V]	Výst. výkon [W]	Tranzis- tory (pár)	Transfor- mátor	Vinutí a počet závitů						C [μF]
				L_1	\varnothing [mm]	L_2	\varnothing [mm]	L_3	\varnothing [mm]	
6	20	2NU74	M20	2 \times 38	1,3	2 \times 34	0,4	1 000	0,25	1 000
6	50	2NU74	M29	2 \times 22	1,7	2 \times 19	0,6	1 000	0,4	2 500
12	20	2NU74	M20	2 \times 80	1,0	2 \times 34	0,3	1 800	0,25	250
12	50	4NU74	M29	2 \times 46	1,3	2 \times 19	0,4	1 000	0,4	500
12	100	4NU74	M34a	2 \times 36	1,7	2 \times 15	0,6	770	0,6	1 000
24	20	2NU74	M20	2 \times 164	0,6	2 \times 34	0,3	1 800	0,25	100
24	50	2NU74	M29	2 \times 94	1,0	2 \times 19	0,3	1 000	0,4	100
24	100	4NU74	M34a	2 \times 74	1,3	2 \times 74	0,4	770	0,6	250

druhého vinutí. Pokud by se měnič nerozkmital, přehodíme vývody vinutí L_1 nebo L_2 . Tranzistory jsou využity až do krajní meze, proto je musíme opatřit chladičem o celkové ploše alespoň 400 cm^2 . Desku zhotovíme z hliníkového plechu tloušťky 4 až 5 mm a její povrch začerníme. Může se stát, že při velkém odběru ze sekundárního vinutí tranzistory přestanou kmitat; v tom případě je třeba zátěž odpojit. Protože odběr ze zdroje je 5 až 15 A, lze měnič napájet výhradně z větších olověných akumulátorů. Tranzistory mají být párované. Plechy transformátoru jsou skládány bez mezery.

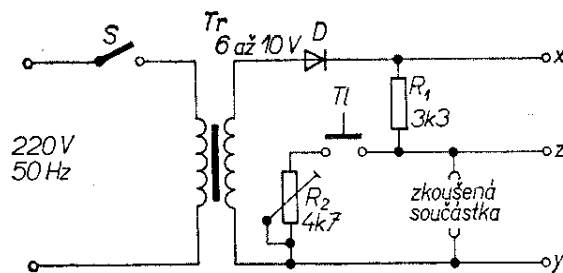
Automatické přepínání zdrojů

Jsou různá zařízení s malým napájecím napětím, která se napájejí ze sítě a jsou v chodu nepřetržitě. Dojde-li k poruše v síti, přestávají samozřejmě pracovat. U takových zařízení je výhodné použít zapojení podle obr. 98. Napájení je sice síťové, ale při poruše sítě se spotřebič automaticky přepne na náhradní akumulátorový provoz a po odstranění poruchy sítě se opět automaticky zapne na síťové napájení. Během síťového provozu se akumulátor stále dobíjí.

K napájení zařízení, které potřebovalo napájecí napětí 4,5 V, byl použit síťový transformátor. Napětí 8 V usměrníme a relé přemostíme kondenzátorem C_1 . Relé má dva páry kontaktů: re_1 jsou pracovní, které spínají při přitažené kotvě,



Obr. 98. Zapojení pro automatické přepínání spotřebiče na akumulátorový provoz při poruše v síti



Obr. 99. Přípravek pro zkoušení součástek na osciloskopu

re_2 jsou klidové, které jsou sepnuty při odpadlé kotvě. Je-li v síti proud, kotva relé je přitažena a kontakty re_1 spínají usměrněné napětí ke spotřebiči. Současně se přes velký odpor R nabíjí malým proudem asi 3 mA čtyři nikloadmiové články 450 mAh. Jakmile se napájení ze sítě přeruší, kotva relé odpadne, kontakty re_2 zkratují ochranný odpor R a zapojí náhradní baterii. Aby spotřebič nezůstal ani na zlomek vteřiny bez proudu, je během spínací doby relé napájen z kondenzátoru C_2 . Při znovuzapnutí sítě se baterie odpojí a zařízení je opět napájeno ze sítě.

Zkoušení součástek na osciloskopu

Máme-li po ruce osciloskop, můžeme velmi jednoduchým způsobem zkoušet různé součástky bez zvláštních jednoúčelových měřicích přístrojů. U některých sice nezjistíme víc, než jsou-li dobré nebo špatné, u některých však můžeme zjistit i to, co ani speciální jednoúčelový měřicí přístroj neřekne. Zkoušet můžeme odpory, kondenzátory, cívky, transformátory, polovodiče, relé a jejich kontakty, popřípadě i další součástky.

Celé zařízení je na obr. 99. Síťový transformátor stačí i nejmenší, který má sekundární napětí 6 až 10 V, i když by bylo lepší přepínatelné napětí 10, 20, 30, 40, 50 V, např. ke zkoušení Zenerových diod. Usměrněné tepavé napětí přivádíme na horizontální vstup osciloskopu. Časovou základnu vypneme. Na obrazovce osciloskopu uvidíme bez zmáčknutí $T1$ vodorovnou čáru. Přivádíme-li stejné napětí z děliče (nastavené trimrem R_2) na vertikální vstup, objeví se čára napříč obrazovkou. Tuto přímku nastavíme tak,

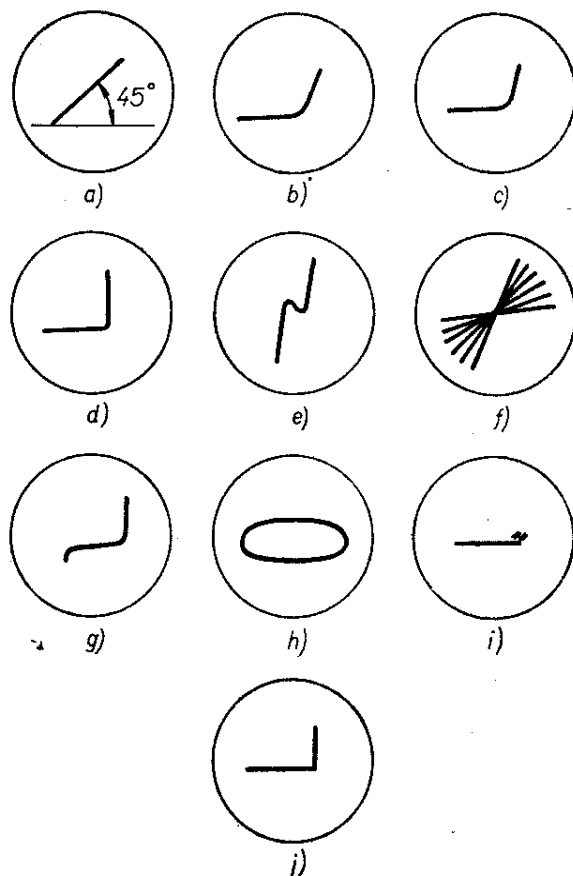
aby svírala s vodorovnou přímkou úhel 45° . Tím je skončeno „cejchování“ přístroje. Zkratujeme-li svorky pro zkoušení součástek, bude na obrazovce svislá čára. Při rozpojení se objeví přímka vodorovná. Odpor mezi zkratem a nekonečným odporem se na obrazovce zobrazí jako přímky v určitém úhlu, podle čehož lze velmi přibližně odhadovat velikosti odporů a zjistit, je-li odpor dobrý nebo přerušený. Připojíme-li na svorky potenciometr zapojený jako proměnný odpor a otáčíme jeho běžcem, mění šikmé přímky svoji polohu a otáčejí se. Špatný kontakt se projeví vynecháváním nebo nepravidelností přímek a jinými rušivými obrazci.

Fotoodpor zkoušíme podobně jako ostatní odpory. Závislost jeho odporu na osvětlení posuzujeme podle podobných čar jako u běžných odporů.

Připojíme-li na svorky dobrý kondenzátor (od 10 000 pF výše), objeví se na obrazovce vlivem fázového posuvu více nebo méně pravidelná elipsa. Čím bude její tvar pravidelnější, tím je kondenzátor kvalitnější. Nejdelší horizontální stopu (ve tvaru elipsy) bude mít kondenzátor $0,85 \mu\text{F}$, u něhož již elipsa přechází v kruhový tvar. U větších kapacit se opět tvoří elipsa, tentokrát však vertikálně. Elektrolytický kondenzátor se na obrazovce projeví jinak (má velký svodový proud, takže se chová jako odpor); objeví se vertikální čára, která se zkracuje.

Cívky, transformátory a tlumivky kreslí na obrazovce elipsovitě obrazce. U indukčnosti 5 H je elipsa nejvyšší, potom se začíná protahovat do šířky. Podobně můžeme zkoušet i vinutí elektromotorů, zjistit případný zkrat, pozorovat rušivé jevy působené jiskřením uhlíků apod.

Usměrňovače zkoušíme tak, že katodu připojíme na X. Na stínítku se objeví vodorovná čára, která se podle charakteru zkoušené součástky více nebo méně ostře láme. U selenových článků není lom ostrý – to znamená, že zpětný proud je velký. U germaniových diod je již ohyb ostřejší, u dobrých křemíkových diod tvoří téměř pravý úhel. Vodorovná čára signalizuje napětí, při němž je ventil ještě uzavřen. Máme-li cejchovaný rastr obrazovky osciloskopu, můžeme číst na-



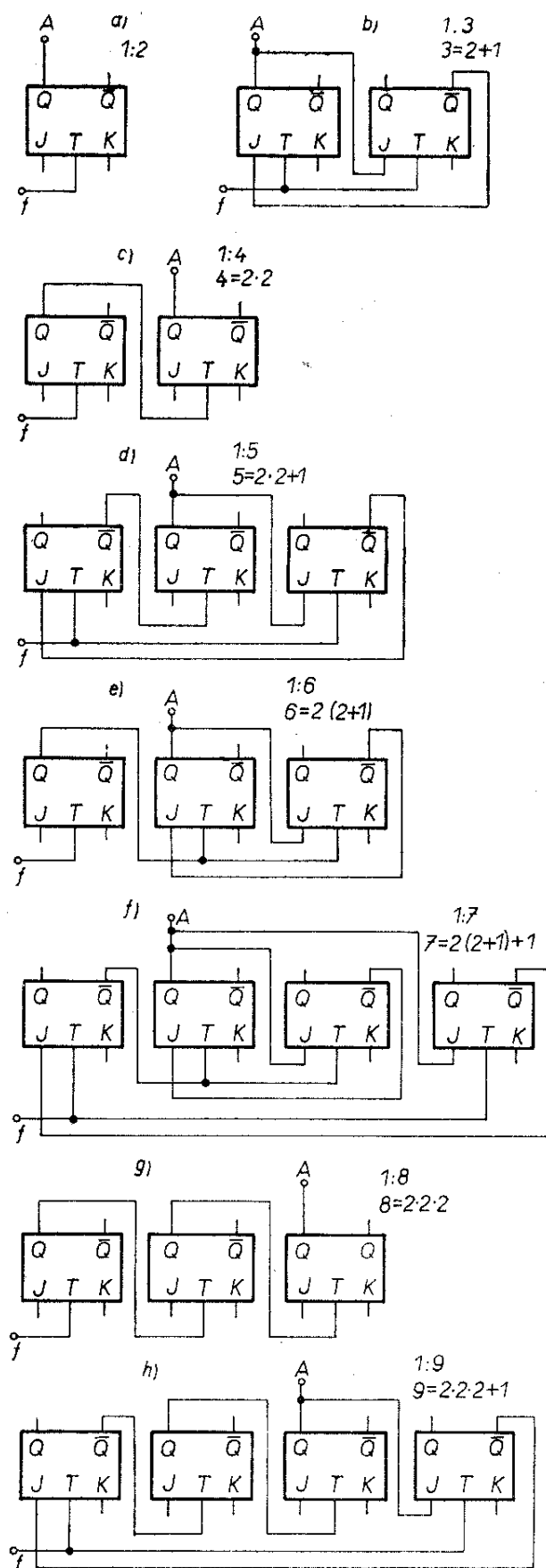
Obr. 100. Charakteristické křivky některých součástek: a – cejchování, b – selenový usměrňovač, c – germaniová dioda, d – křemíková dioda, e – tunelová dioda, f – potenciometr v různých polohách natočení hřídele, g – Zenerova dioda, h – kvalitní kondenzátor $0,3 \mu\text{F}$, i – tyristor (řídící elektroda odpojena), j – tyristor (řídící elektroda spojena s anodou)

pětí lomu charakteristiky přímo. U Zenerových diod ukazuje zlom napětí, při němž se dioda otevírá, tj. Zenerovo napětí. U tranzistorů připojíme na svorky kolektor a emitor. Dostáváme pak podobné obrazce jako u germaniových nebo křemíkových diod.

Nelze vyjmenovat všechny součástky, které můžeme zkoušet osciloskopem. Teprve praxí získáme potřebnou zručnost a zkušenost. Nenáročnost stavby přístroje a jednoduchá manipulace stojí za trochu námahy. Některé charakteristické obrazce na stínítku osciloskopu jsou na obr. 100.

Celý přístroj může být v malé krabici a umístíme jej někde v blízkosti osciloskopu, aby byl stále při ruce.

Děliče kmitočtů



Obr. Ia. Děličky kmitočtu

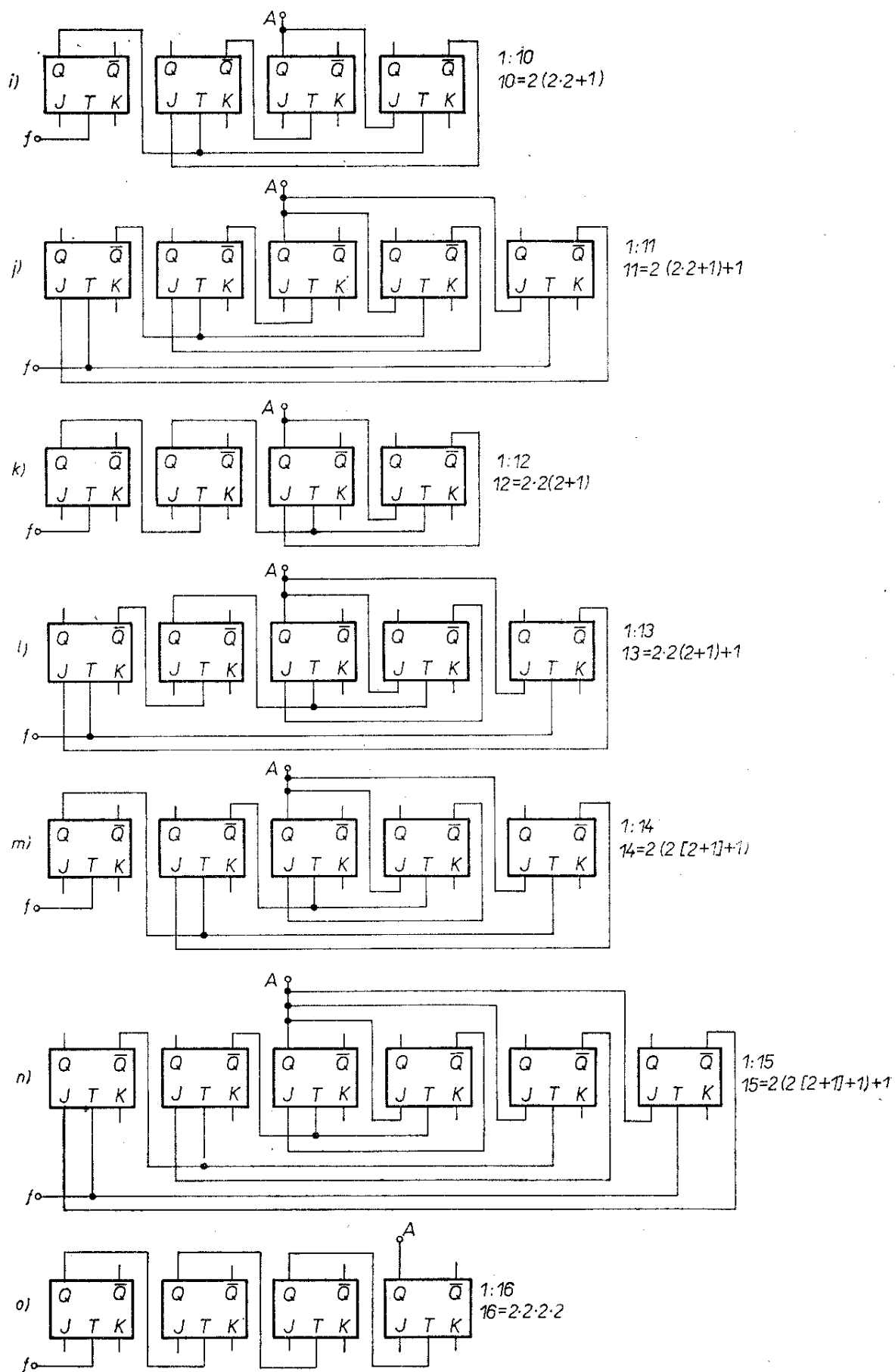
V Radiovém konstruktéru č. 6/1971 bylo v praktických ukázkách zapojení číslicových obvodů uvedeno i několik způsobů dělení kmitočtů; byla uvedena jen některá z možných zapojení děliček. Protože jsme dostali do redakce několik dopisů s požadavkem, abychom uvedli přehledně zapojení pro dělení kmitočtů s klopnými obvody J-K, rozhodli jsme se uveřejnit takový přehled dodatečně v tomto čísle RK, neboť děličky kmitočtu jsou nejpoužívanějšími obvody v číslicové technice.

Jak bylo uvedeno v RK 6/71, lze s číslicovými obvody řady MH74 navrhnout děliče kmitočtu až do kmitočtu asi 15 MHz. Při dělení s minimálním počtem klopných obvodů J-K je třeba dělitele rozložit do vhodného tvaru, podle něhož je možno přímo nastavit zapojení děličky. Např. při dělení kmitočtu 50 Hz dělitelem 50 rozložíme číslo 50 na $2[2 \cdot 2 \cdot (2+1) + 1]$. Celá dělička padesáti může být tedy složena jednak z klopného obvodu J-K pro dělení dvěma a z části pro dělení dvaceti pěti. Druhá část obsahuje tři obvody J-K pro dělení osmi, dva obvody J-K pro dělení třemi se zpětnou vazbou a další obvod J-K pro uzavření zpětné vazby.

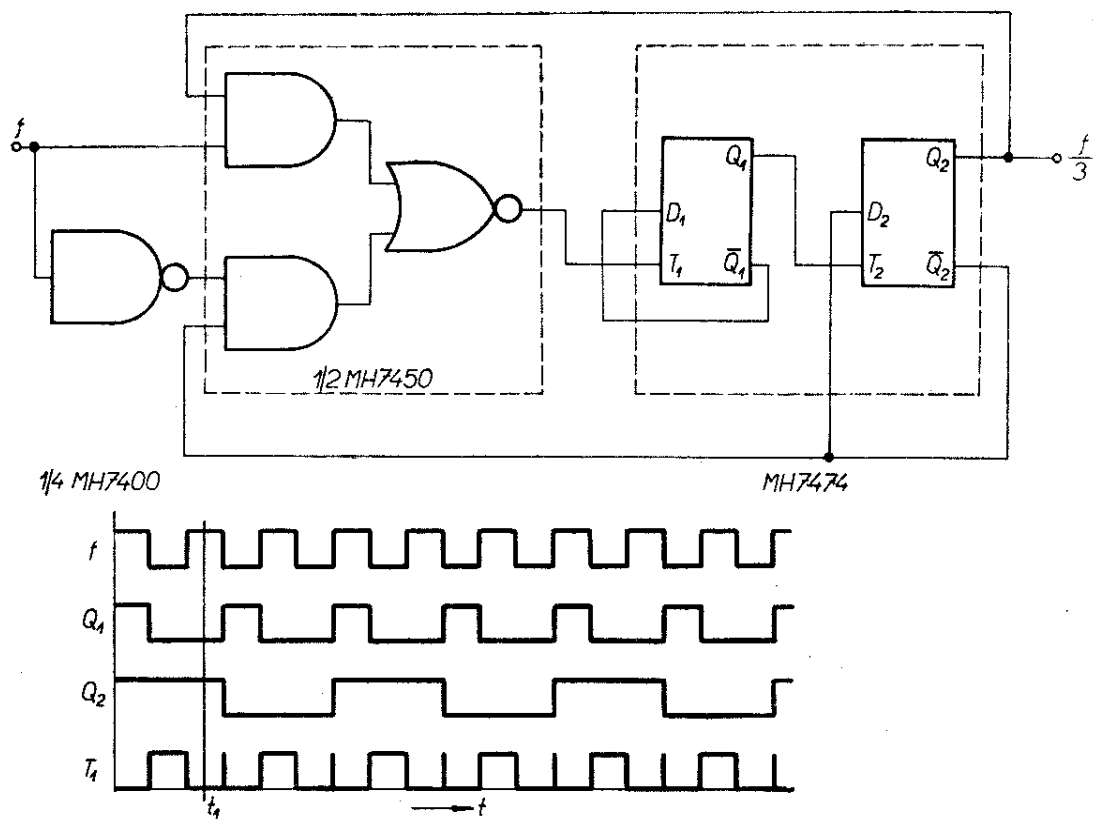
Přehled zapojení děliček s obvody J-K pro poměr 1:2 až 1:16 je na obr. Ia a Ib.

Ze stávajícího sortimentu řady MH74 je však možno s menšími finančními náklady vytvořit děličky kmitočtu s využitím klopných obvodů D. Aniz bych se zabýval bližším vysvětlením způsobu návrhu těchto děliček, uvedu alespoň jeden příklad. Na obr. II je příklad zapojení děličky třemi, která obsahuje dva klopné obvody D (jeden obvod MH7474), jeden obvod, realizující logickou funkci AND-OR-NEGACE (polovina obvodu MH74-50) a jeden obvod pro funkci NAND (čtvrtina obvodu MH7400). Činnost děličky si může každý odvodit v případě zájmu z časových průběhů impulsů, které jsou uvedeny pod zapojením děličky.

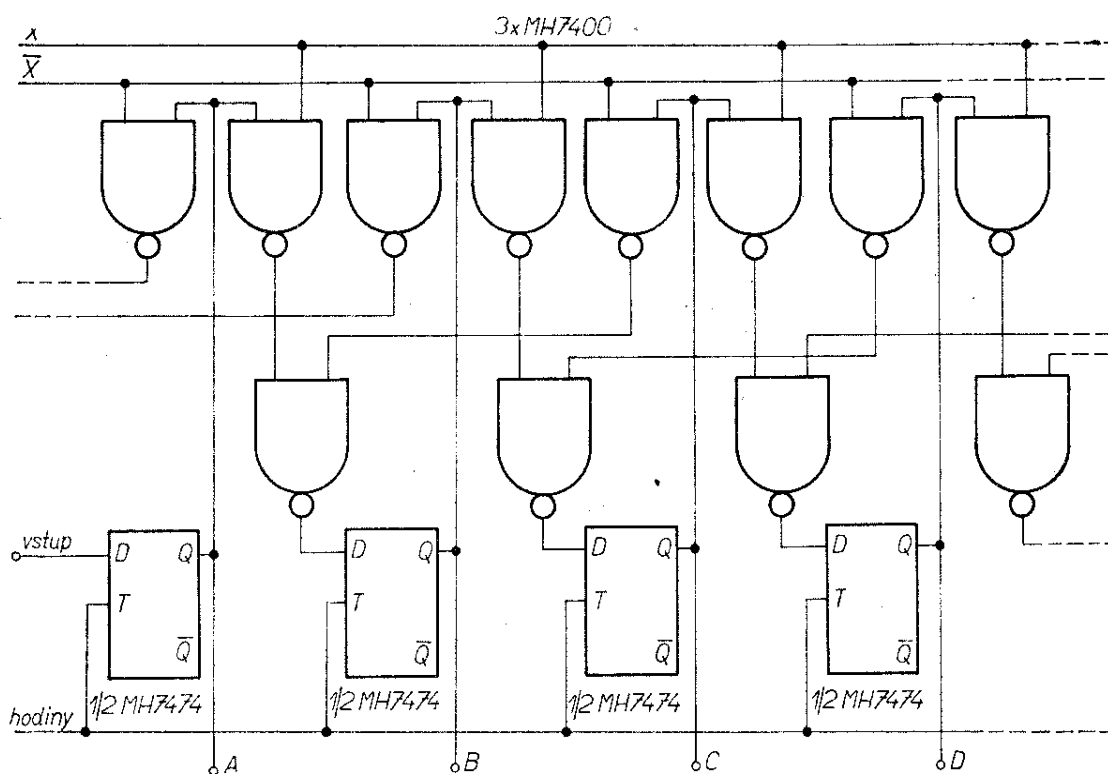
V Radiovém konstruktéru č. 6/1971 byla pro nedostatek místa opomenuta i jedna velká a důležitá skupina obvodů



Obr. Ib. Děličky kmitočtu



Obr. II. Dělička třemi a časové průběhy impulsů



Obr. III. Kruhový registr. Vstupy X a \bar{X} se řídí směr posuvu

s číslicovými integrovanými obvody – posuvné registry. Posuvné registry se používají pro převod paralelního kódu na sériový nebo naopak pro posuvy čísel při aritmetických operacích, někdy také jako

paměti nebo zpožďovací členy. Jako příklad si můžeme uvést zapojení na obr. III – posuvný registr se sériovým vstupem a paralelním výstupem, který je postaven z klopných obvodů D.

ČTVRTÝ ROČNÍK KONKURSU NA NEJLEPŠÍ AMATÉRSKÉ KONSTRUKCE

Jak jsme oznámili v AR č. 1/1972 – současně s výsledky třetího ročníku konkursu – rozhodla se redakce AR spolu s Obchodním podnikem Tesla vypsati i pro rok 1972 tuto akci, jejímž cílem je podnítit radioamatéry k tvořivé práci a umožnit jim porovnat si výsledky své práce a vlastních schopností s ostatními.

Podmínky tohoto čtvrtého ročníku konkursu zůstávají stejné jako v loňském roce. Pro ty, kteří se ještě konkursu nezúčastnili, opakujeme jejich celé znění.

Podmínky konkursu

1. Účast v konkursu je zásadně anonymní. Může se jej zúčastnit každý občan ČSSR. Konstruktor, který se do konkursu přihlásí, označí žádanou dokumentaci jen heslem. Stejně označí i obálku, ve které bude uvedena přesná adresa. Obálky budou otevřeny až po závěrečném hodnocení konkursu. Tím je všem účastníkům zaručeno maximálně objektivní hodnocení.

2. Konkurs je rozdělen na tři kategorie dále podrobně uvedené. V kategorii I a II musí být v konstrukci použity jen součástky dostupné v běžné prodejní síti, v kategorii III součástky československé výroby (tedy i součástky, které je možné získat přímým jednáním s výrobním podnikem).

3. K přihlášce zaslané do 15. září 1972 na adresu redakce Amatérské radio, Lublaňská 57, Praha 2, s výrazným označením „KONKURS“, musí být připojena tato dokumentace: podrobné schéma, na-

měřené vlastnosti, mechanické výkresy, kresby použitých plošných spojů, reprodukce schopné fotografie vnějšího i vnitřního provedení (nejlépe 9 × 12 cm), podrobný popis činnosti a návod na praktické použití přístroje zpracované ve formě článku. Pokud nebude zaslaná dokumentace kompletní, bude přihlášený příspěvek vyřazen z hodnocení.

4. Každý účastník konkursu je povinen doručit na požádání na vlastní útraty do redakce AR přihlášenou konstrukci a dát ji k dispozici k potřebným zkouškám a měřením. Značky konstrukcí vybraných do užšího výběru budou uveřejněny v AR 10/72 s výzvou, do kdy mají být konstrukce doručeny do redakce (pravděpodobně max. do 31. října).

5. Do konkursu mohou být přihlášeny jen ty konstrukce, které ještě nebyly na území ČSSR publikovány. Redakce AR si přitom vyhrazuje právo na jejich zveřejnění.

6. Přihlášené konstrukce bude hodnotit komise sestavená po dohodě pořadatelů. Její složení bude oznámeno dodatečně. Komise si může vyžádat i spolupráci specializovaných odborníků a laboratoří n.p. TESLA. Členové komise se nesmějí konkursu zúčastnit. Návrh komise schvaluje s konečnou platností redakční rada AR v dohodě s Obchodním podnikem TESLA.

7. Při hodnocení konstrukcí se bude kromě jejich vlastností, technického i mechanického provedení zvláště přihlížet k jejich reprodukovatelnosti, k uplatnění

nových součástek a k původnosti zapojení a konstrukce, pokud by konstrukce byly jinak rovnocenné.

8. Bude-li kterákoli kategorie obeslána mimořádným počtem konstrukcí odpovídající úrovně, budou druhá a třetí cena v této kategorii zdvojeny, tj. budou vyplaceny dvě druhé a dvě třetí ceny v původně stanovené výši. V opačném případě si pořadatelé vyhrazují právo neudělit první, druhou nebo třetí cenu a převést odměny na další ceny do těch kategorií, které budou nejlépe obeslány, popř. udělit podle vlastního uvážení čestné odměny ve formě poukázek na zboží v hodnotě 100 až 300 Kčs.

9. Všechny konstrukce přihlášené do konkursu, které budou uveřejněny v Amatérském radiu, budou kromě toho běžně honorovány.

10. Pro uveřejnění popisu kterékoli konstrukce za běžný honorář v Amatérském radiu není rozhodující získání ceny v konkursu.

11. Veškerá dokumentace konstrukcí, které nebudou ani odměněny, ani vybrány k uveřejnění, bude autorům vrácena.

12. Výsledek konkursu bude všem odměněným sdělen písemně do 15. prosince 1972 a otištěn v AR 1/1973.

Kategorie konkursu

Kategorie byly zvoleny podle vyspělosti a zájmu účastníků takto:

I. kategorie

– stavebnice jednoduchých přístrojů pro začátečníky a mírně pokročilé radioamatéry (především pro mládež od 14 do 18 let). Jde o jednoduchá zařízení, např. rozhlasové přijímače, bzučáky, domácí telefony, zesilovače a různá jiná užitková zařízení, která by mohla obchodní organizace TESLA prodávat jako soubor součástek ve formě stavebnic pro mládež a začínající amatéry. Pokud půj-

de o konstrukce na plošných spojích, bude je vyrábět a dodávat radioklub SMARAGD.

Tato kategorie je rozdělena do dvou větví a dotována cenami takto:

a) pro začátečníky;

1. cena 1 500 Kčs v hotovosti a poukázka na zboží podle vlastního výběru v prodejnách TESLA v hodnotě 500 Kčs,
2. cena poukázka na zboží v hodnotě 1 000 Kčs,
3. cena poukázka na zboží v hodnotě 500 Kčs;

b) pro mírně pokročilé;

1. cena 1 500 Kčs v hotovosti a poukázka na zboží podle vlastního výběru v prodejnách TESLA v hodnotě 500 Kčs,
2. cena poukázka na zboží v hodnotě 1 000 Kčs,
3. cena poukázka na zboží v hodnotě 500 Kčs.

II. kategorie

– libovolné konstrukce z nejruznějších oborů elektroniky a radiotechniky (přijímací a vysílací, televizní a měřicí technika, nízkofrekvenční a stereofonní technika, aplikovaná elektronika, automatizace a technika pro průmyslové využití atd.). Jediným omezením v této kategorii je použití maximálně šesti aktivních prvků, přičemž aktivním prvkem se rozumí elektronka, tranzistor, popřípadě integrovaný obvod.

Kategorie je dotována takto:

1. cena 2 000 Kčs v hotovosti,
2. cena poukázka na zboží podle vlastního výběru v prodejnách TESLA v hodnotě 1 500 Kčs,
3. cena poukázka na zboží v hodnotě 1 000 Kčs.

III. kategorie

– libovolné konstrukce z nejruznějších oborů elektroniky a radiotechniky s více než šesti aktivními prvky.

Kategorie má tyto ceny:

1. cena 3 000 Kčs v hotovosti,
2. cena poukázka na zboží podle vlastního výběru v prodejnách TESLA v hodnotě 2 500 Kčs,
3. cena poukázka na zboží v hodnotě 2 000 Kčs.

Prémie za tématické konstrukce

Tématická prémie ÚRK ČSSR

Konkursu AR – Tesla využívá i ÚRK ČSSR a vypisuje tématické úkoly, které budou odměněny zvláštními cenami, a to i v tom případě, bude-li (nebude-li) konstrukce odměněna některou z cen v uvedených kategoriích. Tématické prémie jsou vypsány pro tyto konstrukce:

1. Víceúčelová stavebnice pro názornou výuku radiotechniky.

2. Celotranzistorový vysílač SSB pro pásmo 2 m; vf výkon 1 W, napájení 12 V, výstupní impedance 70 Ω.

3. Celotranzistorový komunikační přijímač 160 až 10 m s ochranou proti vf rušení, napájení 12 V.

4. Tranzistorový transceiver pro pásmo 145 MHz, SSB a FM, koncový stupeň možno osadit elektronkami.

5. Elektronické hračky pro mládež různých druhů.

6. Bezdrátové dálkové ovládání dalších zařízení (modelů, lišek atd.)

7. Zařízení pro OL.

Tématická prémie Radioklubu Ústředního domu pionýrů a mládeže Julia Fučíka

Radioklub ÚDPMJF vypisuje prémii pro nejlepší konstrukční řešení dále uvedeného námětu. Prémie bude po zhod-

nocení předána autorovi ve formě měřicího přístroje (např. PU 120) v hodnotě asi 800,— až 900,— Kčs.

Námět a požadavky

Námět: Elektronický ovládač pro automatický diaprojektor.

Požadavky: Zařízení se uvede v činnost přiblížením osoby (nebo ruky) k označenému místu, tj. rozladěním kapacity či indukčnosti laděného obvodu. Tento obvod musí konstrukčně umožňovat skryté umístění, tj. za sklem, pod omítkou apod. Ovládač dodá potom potřebný počet impulsů pro automatický diaprojektor (ideálně s možností předvolby počtu impulsů od 30 do 50) a přeruší svoji činnost opět ve výchozí poloze (předpokládá se diaprojektor s kruhovým zásobníkem, který může opakovat nepřetržitě vložené snímky). Dalším vstupním impulsem se činnost opakuje.

Přístroj musí být řešen jako samostatná jednotka s vyvedenými zdírkami pro impulsy (bez zásahu do diaprojektoru). Napájení raději síťové.

Prémie bude řešiteli předána za předpokladu, že mu dne 1. 11. 1972 nebude ještě 18 let.

Řešení přístroje musí umožňovat reprodukovatelnost pro kolektivy mládeže jak svojí složitostí, tak náročností na finanční náklady.

Časový odstup impulsů plynule nastavitelný od 5 do 20 vt.

OPRAVA

Prosíme čtenáře, aby si laskavě opravili nemilé chyby v textu RK 6/1971. Na str. 33 v pravém sloupci je ve výčtu integrovaných obvodů TI u typu SN74181 uvedeno nesprávně „aritmetická logická jednička“, správně má být „aritmetická logická jednotka“. Dále je nesprávně uveden vzorec v popisu převodníku A-F na str. 47. V čitateli nemá být R_1 , ale R_4 . Celý vzorec je pak správně

$$f = \frac{R_4}{R_1 R_5 C U_{\text{ref}}} U_{\text{vst.}}$$

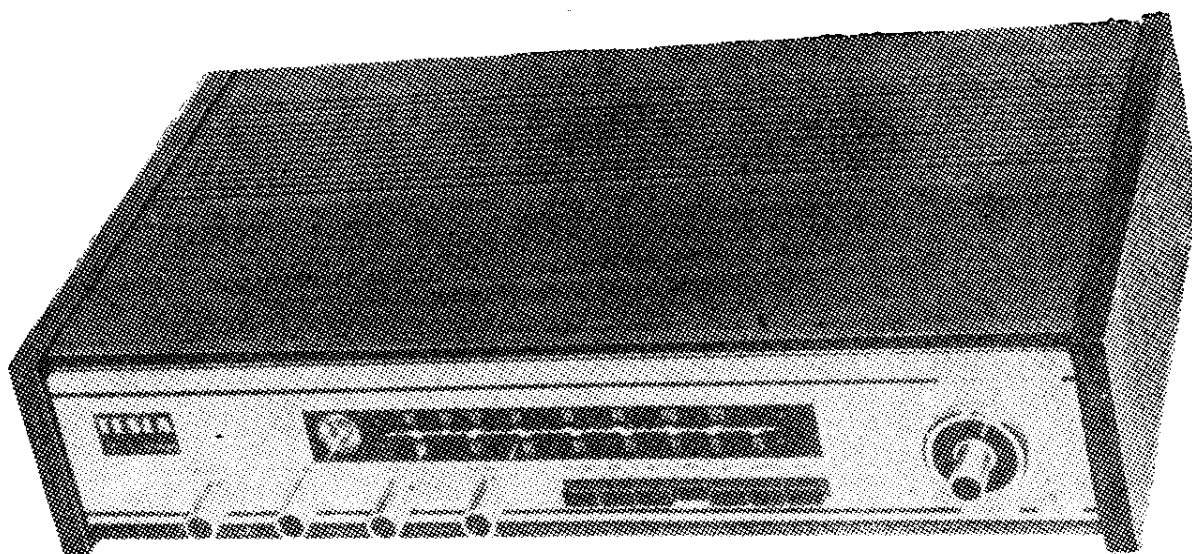
OBSAH

	Strana
Chytrost nejsou žádné čáry	1
70 ověřených konstrukcí	
Hrátky se světlem (zapojení s fotoodpory, fotodiodami, např. fotoelektrická puška, hlídače objektů a prostor apod.)	2
Expozimetry s fotoodporem	9
Bezkontaktní otáčkoměry	11
Zapojení s fototyristory	12
Přístroje ovládané změnou teploty (regulátory teploty, teploměry, kontrola stavu hladiny apod.)	15
Časovací obvody	19
Napájecí zdroje (nabíječe niklo-kadmiových a olověných akumulátorů, síťový zdroj bez síťového transformátoru apod.)	22
Měřicí přístroje	
Elektronický přepínač k osciloskopu	25
Jednoduchý přístroj k měření malých kapacit	30
Zkoušeč křemenných krystalů	33
Jiné měřiče	33
Elektronika kolem nás	
Hlídač plynového hořáku	36
Otáčkoměr pro motorová vozidla	37
Vícehlasý klakson	38
Masážní přístroj	38
Zdokonalený domovní zvonek	39
Indikátor polohy natočení antény	40
Gong místo zvonku	40
Kapacitní relé jako zabezpečovací zařízení	41
Hlídač polohy libovolného předmětu	41
Časový spínač do 100 vteřin	42
Hlídací zařízení citlivé na dotyk	42
Akustický uspávací přístroj	43
Expozimetr pro zvětšovač	47
Zajímavý hudební nástroj	48
Ukazovatel směru do automobilu	50
Zdroj stroboskopického světla	52
Indukční spínač	54
Výkonový tranzistorový měnič	54
Automatické přepínání zdrojů	55
Zkoušení součástek na osciloskopu	55

RADIOVÝ KONSTRUKTÉR – vydává vydavatelství MAGNET, Praha 1, Vladislavova 26, telefon 260651-9 ● Šéfredaktor ing. František Smolík ● Redakce Praha 2, Lublaňská 57, tel. 296930 ● Redakční rada: K. Bartoš, V. Brzák, ing. J. Čermák, CSc., K. Donát, L. Hlinský, ing. L. Hloušek, A. Hofhans, Z. Hradský, ing. J. T. Hyan, J. Krémárik, ZMS, ing. J. Jaroš, K. Novák, ing. O. Petráček, A. Pospíšil, M. Procházk, ing. J. Vackář, CSc., laureát st. ceny KG, J. Ženíšek ● Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 4,50 Kčs, pololetní předplatné 13,50 Kčs, roční předplatné 27,— Kčs ● Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil MAGNET – administrace, Praha 1, Vladislavova 26. Objednávky přijímá každá pošta i doručovatel ● Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS – vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1 ● Dohlédací pošta 07 ● Tiskne Naše vojsko, závod 01, Na valech 1, Praha – Dejvice ● Za původnost příspěvku ručí autor. Redakce rukopis vrátí, bude-li vyžádán a bude-li připojena frankovaná obálka se zpětnou adresou ● Toto číslo vyšlo 23. ledna 1972

© Vydavatelství Magnet Praha

NOVÝ STEREOFONNÍ PŘIJÍMAČ

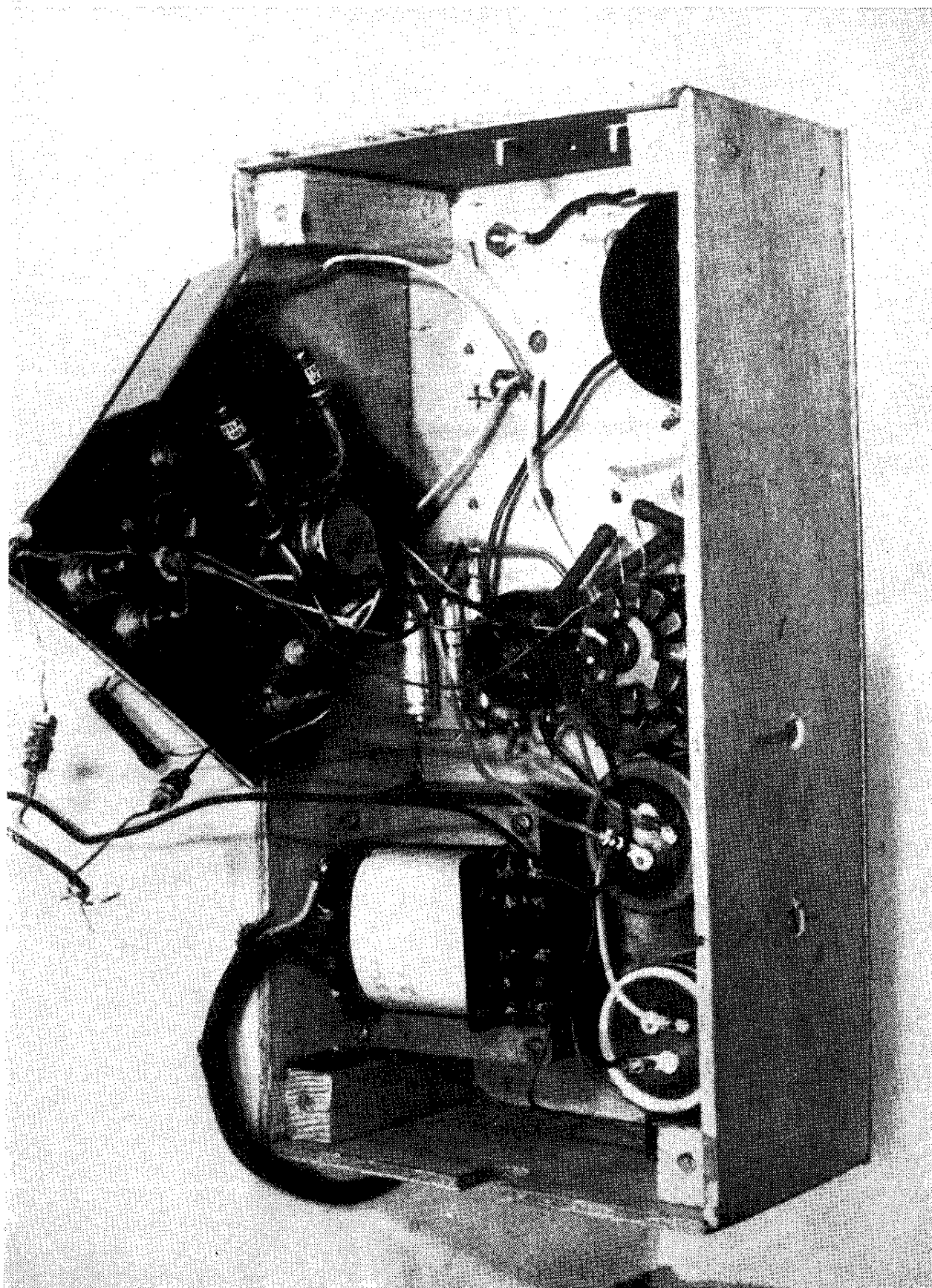


určený pro příjem VKV v pásmech OIRT a CCIR • Přijímač TESLA 632A je plně tranzistorový. Sdružuje stereofonní tuner s automatickým laděním rozhlasových stanic a všestranný stereofonní zesilovač 2×6 W. Technické parametry přijímače odpovídají třídě Hi-Fi, podle normy DIN 45 500.

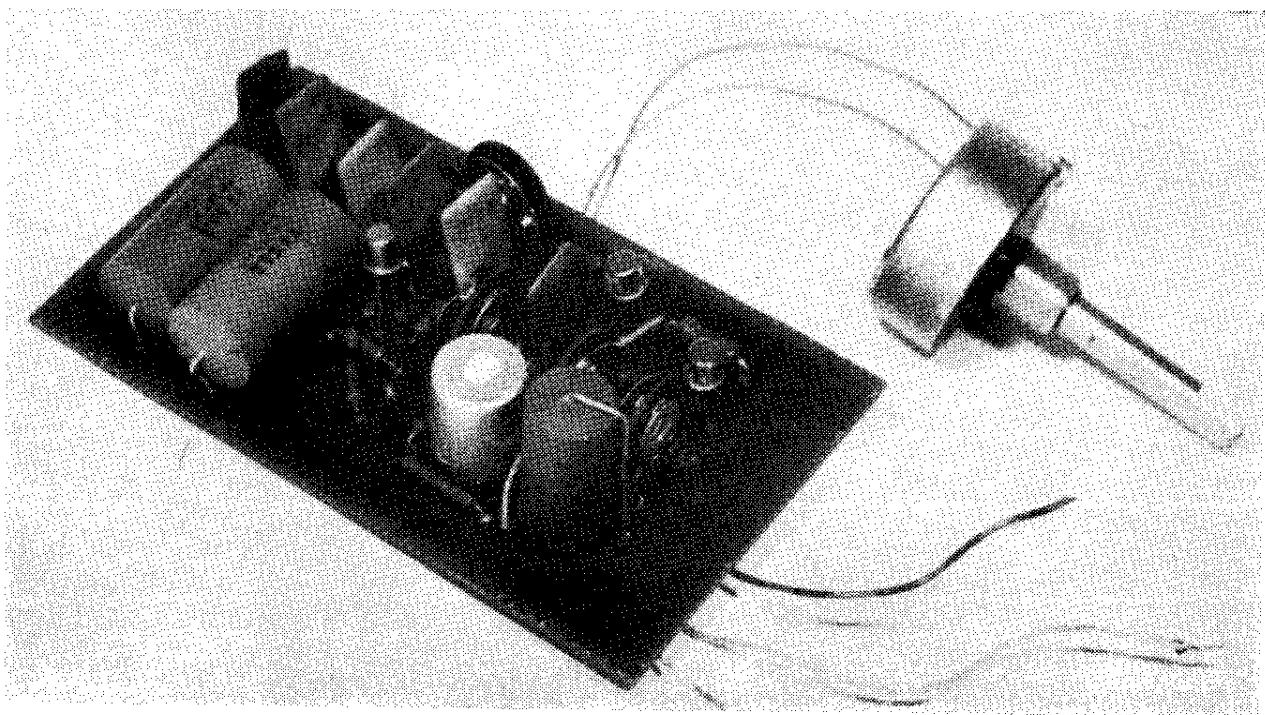
K přijímači TESLA 632A lze připojit gramofon s rychlostní přenoskou, magnetofon a stereosluchátka. Výběr reproduktorových soustav je ponechán na vkusu posluchače. Cena 4 560,— Kčs.

Přijímač si můžete nezávazně prohlédnout i zakoupit v prodejnách TESLA a ELEKTRO.

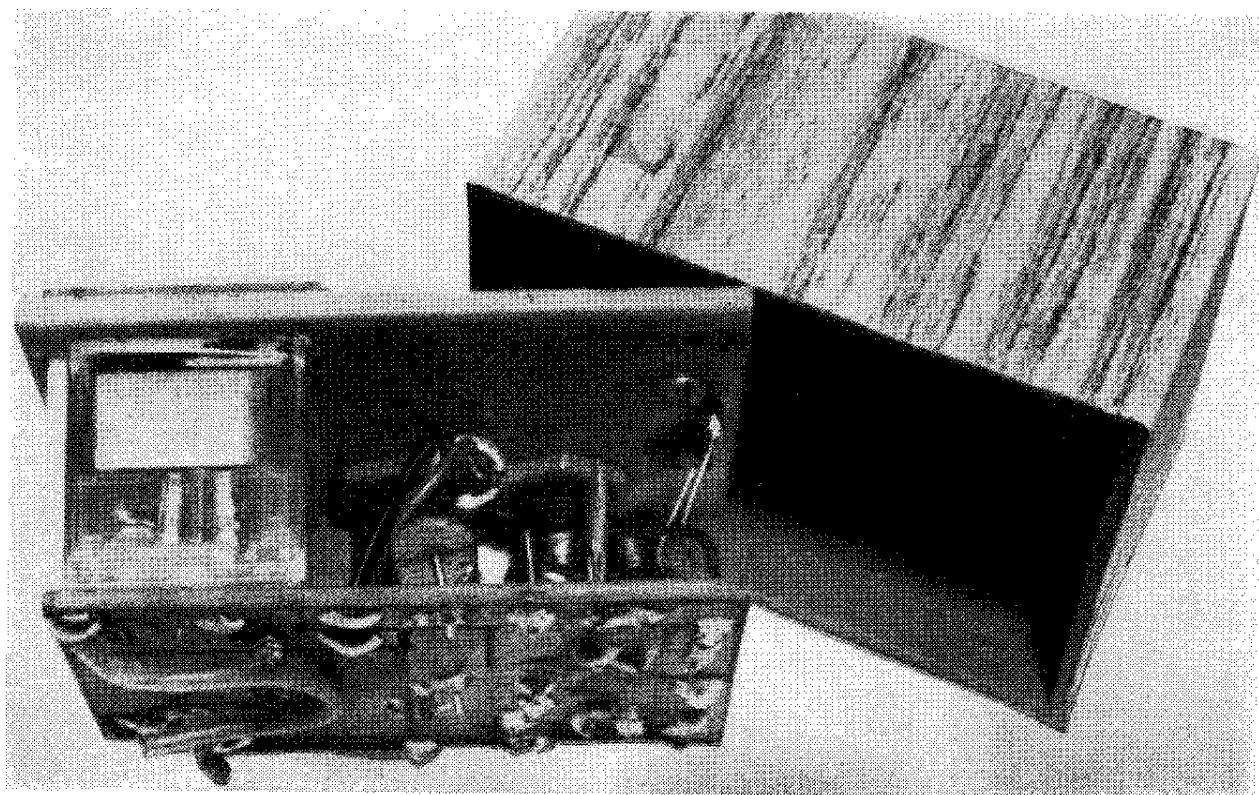
TESLA *dobré výrobky
dobré služby*



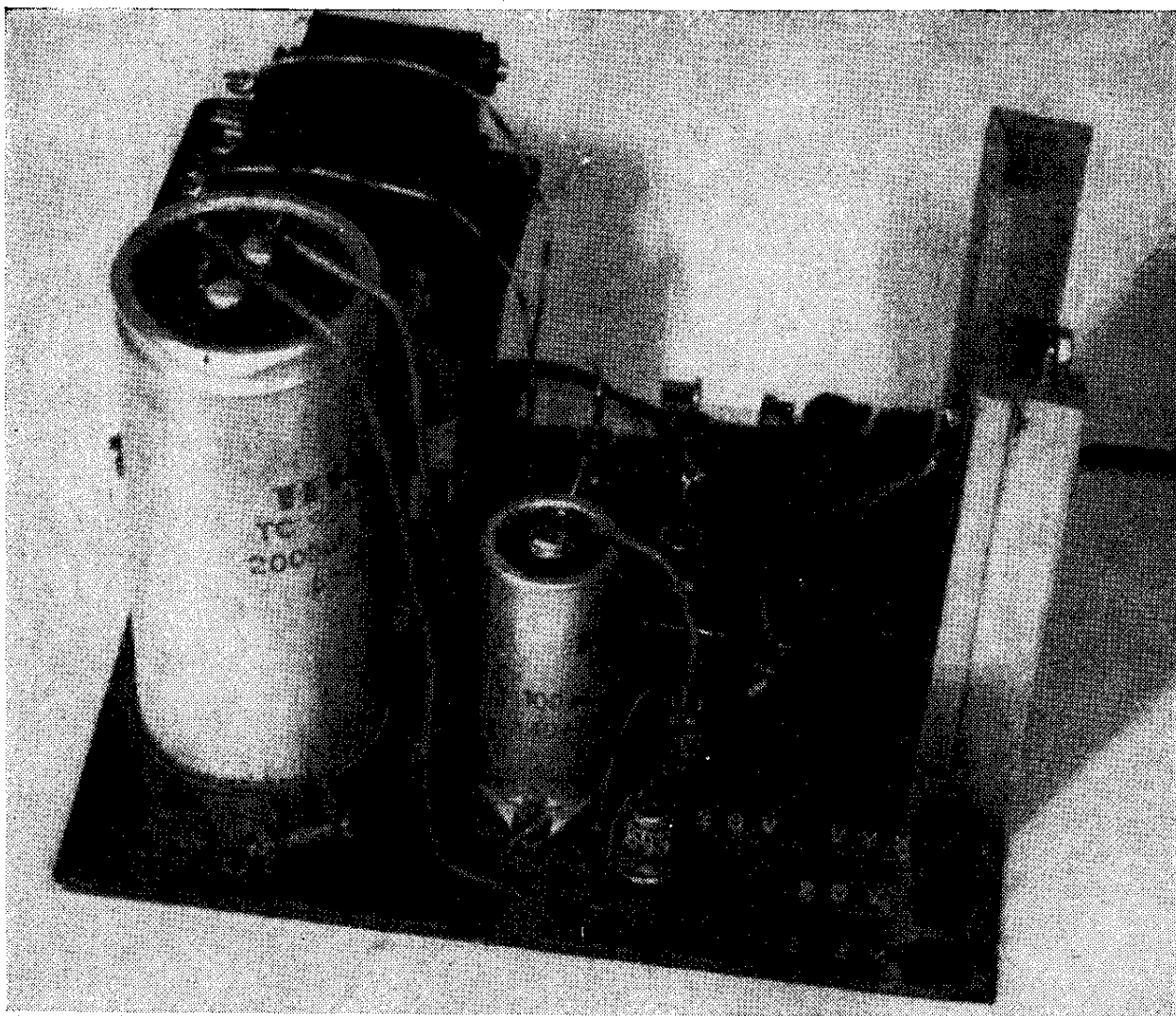
*Konstrukce univerzálního automatického nabíječe niklo-kadmiových akumulátorů z obr. 48
s germaniovými tranzistory*



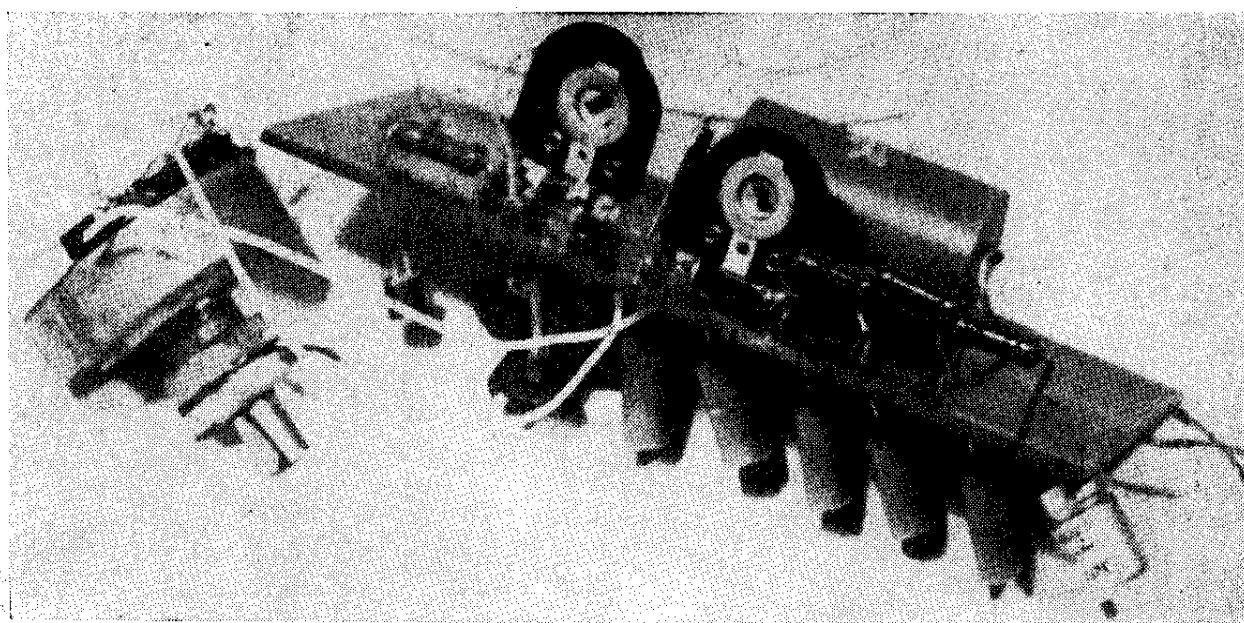
Sestavený tónový generátor uspávacího přístroje z obr. 80



Zkoušeč křemenných krystalů z obr. 60



Síťový zdroj pro uspávací přístroj podle obr. 86



Sestavený modulátor uspávacího přístroje z obr. 82